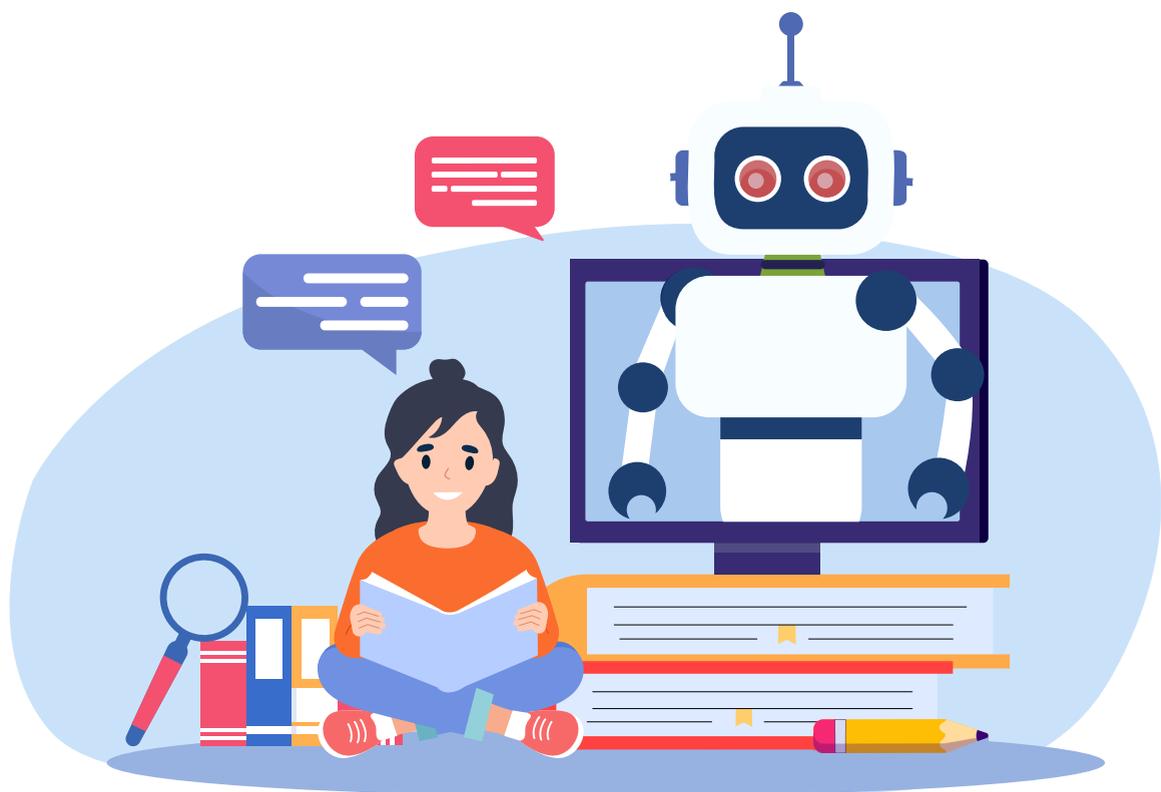




unesco

# Marco referencial de competências em IA para estudantes



## UNESCO – líder mundial em educação

A educação é a principal prioridade da UNESCO, porque é um direito humano básico e o pilar para a paz e desenvolvimento sustentável. A UNESCO é a agência especializada das Nações Unidas para a educação e fornece liderança mundial e regional para impulsionar o progresso, fortalecendo a resiliência e a capacidade dos sistemas nacionais de atender a todos os estudantes. A UNESCO enfrenta os desafios globais contemporâneos por meio da aprendizagem transformadora, com foco especial na igualdade de gênero e na África, em todas as ações.



Organização  
das Nações Unidas  
para a Educação,  
a Ciência e a Cultura

## Agenda Global de Educação 2030

A UNESCO, no papel de agência especializada das Nações Unidas para a educação, está encarregada de liderar e coordenar a Agenda 2030 para a Educação, a qual faz parte de um movimento global para erradicar a pobreza por meio de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) até 2030. A educação, essencial para o cumprimento de todos esses objetivos, tem seu próprio ODS, o de número 4, que visa a *“assegurar a educação inclusiva, equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todas e todos”*. O Marco de Ação da Educação 2030 fornece orientações para a implementação desses ambiciosos objetivos e compromissos.



Publicado em 2025 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 7, place de Fontenoy, 75007 Paris 07 SP, França, e pela Representação da UNESCO no Brasil, SAUS Qd. 5 – Bloco H – Lote 6, Ed. CNPq/IBICT/UNESCO – 9º andar, Brasília – DF – 70070-912, Brasil.

© UNESCO 2025  
ISBN 978-65-86603-48-4



Esta publicação está disponível em acesso livre ao abrigo da licença Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/deed.pt>). Ao utilizar o conteúdo da presente publicação, os usuários aceitam os termos de uso do Repositório UNESCO de acesso livre (<https://www.unesco.org/pt/open-access/cc-sa>).

Esta licença aplica-se exclusivamente aos textos. Para uso de imagens, é necessário pedir permissão prévia. As publicações da UNESCO são de livre acesso e todas são disponibilizadas online, sem custos, pelo repositório de documentos da UNESCO. As imagens marcadas com um asterisco (\*) não se enquadram na licença [CC-BY-SA](#) e não podem ser usadas ou reproduzidas sem a permissão prévia dos detentores dos direitos autorais.

Título original: *AI competency framework for students* Publicado em 2024 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO).

As indicações de nomes e a apresentação do material ao longo desta publicação não implicam a manifestação de qualquer opinião por parte da UNESCO a respeito da condição jurídica, nome ou soberania de qualquer país, território, cidade, região ou de suas autoridades, tampouco da delimitação de suas fronteiras ou limites.

As ideias e as opiniões expressas nesta publicação são as dos autores e não refletem obrigatoriamente as da UNESCO nem comprometem a Organização.

### Créditos da versão original:

*Créditos da capa:* Heena Rajput/Shutterstock.com\*

### Créditos da versão em português:

*Coordenação técnica da Representação da UNESCO no Brasil:*

Marlova Jovchelovitch Noleto, Diretora e Representante  
Maria Rebeca Otero Gomes, Coordenadora do Setor de Educação  
Maria Rehder, Oficial de Projeto

*Tradução:* Central de Traduções & Global Languages

*Revisão técnica:* Daniela Costa, Leonardo Melo Lins, Lúcia de Toledo F. Bueno e Luiza Carvalho, do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br); e Setor de Educação da Representação da UNESCO no Brasil

*Revisão gramatical e ortográfica:* Gustavo Scheffer

*Revisão editorial e diagramação:* Unidade de Publicações da Representação da UNESCO no Brasil

Publicado pela UNESCO

# Preparar os estudantes para serem cidadãos responsáveis e criativos na era da IA

A inteligência artificial (IA) está cada vez mais presente em nossas vidas, exigindo a presença de sistemas educacionais proativos que preparem os estudantes para serem usuários e cocriadores de IA de maneira responsável. A integração dos objetivos de aprendizagem da IA aos currículos escolares oficiais é essencial para que os estudantes em todo o mundo se envolvam de forma segura e significativa com a IA.

O “Marco referencial de competências em IA para estudantes”, da UNESCO, visa ajudar os educadores nessa integração, descrevendo 12 competências em quatro dimensões: “mentalidade centrada no ser humano”, “ética da IA”, “técnicas e aplicações de IA” e “projeto de sistema de IA”. Essas competências abrangem três níveis de progressão: *compreender*, *aplicar* e *criar*. Assim, o marco detalha os objetivos curriculares e as metodologias pedagógicas específicas da área.

Com base na visão dos estudantes como cocriadores de IA e cidadãos responsáveis, o marco referencial enfatiza a avaliação crítica das soluções de IA, a conscientização das responsabilidades de cidadania na era da IA, o conhecimento fundamental da IA para a aprendizagem ao longo da vida e o *design* inclusivo e sustentável da IA.

Até  
2022, somente  
15 países haviam  
incluído objetivos de  
aprendizagem de IA  
em seus currículos  
nacionais.



unesco

“Uma vez que as guerras se iniciam nas mentes de homens e mulheres, é nas mentes dos homens e das mulheres que devem ser construídas as defesas da paz”.

*Esclarecimento:* Para facilitar a leitura e devido à especificidade da língua portuguesa, adotam-se nesta publicação os termos no masculino. Assim, embora alguns termos sejam escritos no masculino, eles referem-se igualmente ao feminino. É importante destacar que a UNESCO mantém entre suas prioridades a promoção de uma linguagem livre de viés sexista em todas as suas atividades e ações.

**Marco referencial de  
competências em IA  
para estudantes**

# Agradecimentos

Sob a liderança de Stefania Giannini, Diretora-geral Adjunta para a Educação, e a orientação de Sobhi Tawil, diretor da Divisão de Futuro da Aprendizagem e Inovação da UNESCO, a elaboração da publicação foi liderada por Fengchun Miao, chefe da Unidade de Tecnologia e IA na Educação.

O marco referencial foi elaborado por Fengchun Miao, chefe da Unidade de Tecnologia e IA em Educação da UNESCO, e Kelly Shiohira, diretora da Rede Global de Educação em Ciência da Aprendizagem. O desenvolvimento do marco também se beneficiou das contribuições de um grupo de especialistas internacionais, incluindo Natalie Lao, diretora executiva da App Inventor Foundation, e Lidija Kralj, analista de Educação da EduConLK. A UNESCO é grata a todos por contribuírem com seus conhecimentos.

Agradecemos ainda aos seguintes especialistas pela revisão da publicação: Kate Arthur, cofundadora e sócia da Comz; Ke Gong, presidente da World Federation of Engineering Organizations (WFEO); Kaška Porayska-Pomsta, professora de IA em Educação na University College London; Nisha Talagala, cofundadora e CEO da AIClub e AIClubPro; Monique Brodeur, Hugo Couture, Sophie Gosselin, Yves Munn e Benoit Petit, do Conselho Superior de Educação do Quebec; e Luc Bégin, Nicolas Bernier e Guillaume Pelletier, da Comissão de Ética em Ciência e Tecnologia.

Agradecemos também aos seguintes colegas da UNESCO por contribuírem para o processo de revisão: Andrea Detmer, no Departamento Executivo do Setor de Cultura; Amal Kasry, chefe da Seção de Ciências Básicas, Pesquisa, Inovação e Engenharia; Karalyn Monteil, chefe da Unidade de Programas e Divulgação de Partes Interessadas no Setor de Cultura; Renato Opertti, especialista sênior em Educação do Escritório Internacional de Educação; Arianna Valentini, no Instituto Internacional de Ensino Superior na América Latina e no Caribe; Soichiro Yasukawa, chefe da Unidade de Redução de Risco de Desastres no Setor de Ciência; Martiale Kana Zebaze, especialista sênior em Ciência, Tecnologia e Inovação no Escritório da UNESCO em Harare; bem como Jaco Du Toit, chefe, e Zeynep Varoglu, especialista de programa da Seção de Acesso Universal à Informação e Inclusão Digital do Setor de Comunicação e Informação.

Agradecimentos especiais a Luisa Ferrara, da Unidade de Tecnologia e IA na Educação da Divisão de Futuro da Aprendizagem e Inovação, pela gestão de contribuições de especialistas, e a Glen Hertelendy, da mesma unidade, pela coordenação da produção da publicação.

Além disso, a UNESCO agradece a Jenny Webster por editar e revisar o texto.

Por fim, a UNESCO gostaria de agradecer ao Tomorrow Advancing Life (TAL) Education Group, da China, por apoiar generosamente este projeto de publicação e, de forma mais ampla, por promover o potencial da inteligência artificial para o futuro da educação.

## Lista de tabelas

Tabela 1. Marco referencial de competências em IA para estudantes .....	19
Tabela 2. Blocos de competência para o nível 1: Compreender .....	29
Tabela 3. Blocos de competência para o nível 2: Aplicar .....	35
Tabela 4. Blocos de competência para o nível 3: Criar .....	42
Tabela 5. Exemplos de tarefas de avaliação .....	69

## Lista de quadros

Quadro 1. Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial .....	48
Quadro 2. Apoio ao desenvolvimento de recursos humanos – Estratégia Nacional para Inteligência Artificial da Coreia do Sul .....	50
Quadro 3. Abordagem interdisciplinar dos Emirados Árabes Unidos aos currículos de IA da educação primária e secundária .....	52
Quadro 4. A sequência curricular em espiral dos cursos do “Dia da IA” .....	56
Quadro 5. Típicos ambientes de aprendizagem facilitadores estabelecidos pelos currículos de IA dos governos .....	57
Quadro 6. Um marco referencial de competências em IA para professores de disciplinas de IA na China .....	59
Quadro 7. Metodologias pedagógicas no currículo do MIT sobre ética da IA para estudantes do segundo nível da educação secundária .....	62

## Lista de siglas e abreviaturas

<b>CCDI</b>	Computação, Design Criativo e Inovação <i>Computing, Creative Design and Innovation</i>
<b>EFTP</b>	Educação e formação técnica e profissional <i>Technical and vocational education and training</i>
<b>GAN</b>	Redes Generativas Adversariais <i>Generative adversarial networks</i>
<b>IA</b>	Inteligência artificial <i>Artificial Intelligence</i>
<b>IAG</b>	Inteligência artificial geral <i>Artificial general intelligence</i>
<b>K-12</b>	Educação básica <i>Kindergarten through 12th grade</i>
<b>TIC</b>	Tecnologia da informação e comunicação <i>Information and communication technology</i>
<b>IEA</b>	Agência Internacional de Energia <i>International Energy Agency</i>
<b>IGO</b>	Organização intergovernamental <i>Intergovernmental organization</i>
<b>MIT</b>	Instituto de Tecnologia de Massachusetts <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
<b>MRCE-IA</b>	Marco referencial de competências em IA para estudantes <i>AI competency framework for students</i>
<b>OC</b>	Objetivo curricular <i>Curricular goal</i>
<b>ONG</b>	Organização não governamental <i>Non-governmental organisation</i>
<b>STEAM</b>	Ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática <i>Science, technology, engineering, arts and mathematics</i>
<b>STEM</b>	Ciência, tecnologia, engenharia e matemática <i>Science, technology, engineering and mathematics</i>
<b>UIT</b>	União Internacional de Telecomunicações <i>International Telecommunication Union</i>
<b>UNESCO</b>	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura <i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>

# Sumário

<b>Apresentação</b> .....	<b>11</b>
<b>Capítulo 1. Introdução</b> .....	<b>12</b>
1.1 Por que estabelecer um marco de competências em IA para estudantes? .....	12
1.2 Finalidade e público-alvo.....	13
<b>Capítulo 2. Princípios-chave</b> .....	<b>14</b>
2.1 Promover uma abordagem crítica à IA.....	14
2.2 Priorizar uma interação com a IA que seja centrada no ser humano .....	15
2.3 Incentivar uma IA ambientalmente mais sustentável.....	16
2.4 Promover a inclusão no desenvolvimento de competências em IA.....	16
2.5 Construir competências básicas em IA para a aprendizagem ao longo da vida.....	17
<b>Capítulo 3. Estrutura do “Marco referencial de competências em IA para estudantes”</b> .....	<b>18</b>
3.1 O marco referencial .....	18
3.2 Níveis de progressão .....	20
Nível 1. Compreender.....	20
Nível 2. Aplicar.....	20
Nível 3. Criar .....	21
3.3 Aspectos.....	21
Mentalidade centrada no ser humano.....	22
Ética da IA.....	23
Técnicas e aplicações de IA.....	25
Projeto de sistemas de IA.....	26
<b>Capítulo 4. Especificações de competências em IA para estudantes</b> .....	<b>27</b>
4.1 Nível 1. Compreender.....	27
4.2 Nível 2. Aplicar.....	35
4.3 Nível 3. Criar .....	41

<b>Capítulo 5. Aplicar o marco referencial</b> .....	<b>48</b>
5.1 Alinhar as competências em IA como base para as estratégias nacionais de IA .....	48
5.2 Construir currículos interdisciplinares, de núcleo comum e integrados para a competência em IA .....	51
5.3 Estabelecer domínios de IA preparados para o futuro e localmente adaptados como componentes principais do currículo .....	53
5.4 Adaptar sequências curriculares espirais e adequadas à idade .....	55
5.5 Construir ambientes de aprendizagem facilitadores para currículos de IA .....	56
5.6 Promover a profissionalização dos professores de IA e aperfeiçoar o apoio dado a eles .....	58
5.7 Orientar o projeto se baseia em coorte e na organização das atividades pedagógicas .....	60
5.8 Construir avaliações baseadas em competências sobre a progressão dos principais aspectos da IA .....	65
<b>Conclusão</b> .....	<b>74</b>
<b>Referências</b> .....	<b>75</b>

# Apresentação



Na última década, a inteligência artificial (IA) tem sido amplamente adotada em todas as áreas do desenvolvimento humano, e o lançamento de ferramentas de IA generativas ao público, em novembro de 2022, apenas acelerou sua permeação na vida social. O setor da educação, que está no centro da transformação das sociedades humanas, não tem sido exceção.

Esse processo de rápida mudança tecnológica traz múltiplas oportunidades, mas também riscos e desafios para os estudantes, os professores e a sociedade em geral. Na era da IA, os estudantes precisam

estar preparados para se tornarem cocriadores ativos de IA, bem como futuros líderes que moldarão novas iterações da tecnologia e definirão sua relação com a sociedade.

Esta é exatamente a ambição do “Marco referencial de competências em IA para estudantes”, da UNESCO – o primeiro marco referencial mundial desse tipo. Ele visa apoiar o desenvolvimento de competências essenciais para que os estudantes se tornem cidadãos responsáveis e criativos, bem como capacitados para prosperar na era da IA. Isso ajudará os estudantes a adquirir valores, conhecimentos e habilidades necessários para analisar e entender a IA com pensamento crítico a partir de uma perspectiva abrangente, incluindo suas dimensões éticas, sociais e técnicas.

O novo referencial incorpora o mandato da UNESCO, ancorando sua visão de IA e educação em princípios de direitos humanos, inclusão e equidade. Essa abordagem visa garantir que a IA apoie o desenvolvimento das capacidades humanas, proteja a dignidade e a autonomia<sup>1</sup> humanas e promova a justiça e a sustentabilidade.

A publicação se baseia em trabalhos anteriores da UNESCO na área, como “Marco referencial de competência em IA para professores”, “AI and education: guidance for policy-makers” e a publicação mais recente, “Guia para a IA generativa na educação e na pesquisa”. Com base nas percepções dos Estados-membros da UNESCO sobre o desenvolvimento e a implementação de currículos escolares de IA, o presente texto reflete as contribuições de uma ampla gama de partes interessadas na experiência de um grupo de trabalho internacional, em três encontros internacionais de consulta e várias rodadas de consultas *online*.

O “Marco referencial de competências em IA para estudantes” foi desenvolvido de mãos dadas com um marco referencial de competências para professores. Espero que essas duas referências capacitem professores e estudantes a moldar o futuro digital inclusivo e sustentável que queremos.

Em um mundo caracterizado pelas crescentes complexidade e incerteza, é responsabilidade coletiva garantir que a educação continue sendo o espaço central para a transformação de nossos futuros compartilhados.

**Stefania Giannini**

Diretora-geral Adjunta da UNESCO para a Educação

1 NT: A *autonomia humana* refere-se à capacidade de uma pessoa de fazer escolhas e agir de forma independente, influenciando sua própria vida e o mundo ao seu redor. Envolve a capacidade de tomar decisões intencionais, definir metas e agir para alcançá-las. Isso inclui o poder de regular e controlar a cognição, a motivação e o comportamento.

## Capítulo 1. Introdução

### 1.1 Por que estabelecer um marco de competências em IA para estudantes?

As rápidas iterações e a proliferação da inteligência artificial (IA) em todos os aspectos da vida e em todos os setores estão colocando novos desafios em relação à natureza da inteligência de máquina, à coleta e ao uso de dados pessoais, ao papel dos humanos e das máquinas na tomada de decisões e ao impacto da IA na sustentabilidade social e ambiental. É essencial que os sistemas educacionais capacitem os estudantes não apenas com os conhecimentos e as habilidades necessários para usar a IA, mas também com informações sobre o possível impacto da tecnologia nas sociedades e no meio ambiente em geral. Dado o potencial transformador da IA para as sociedades humanas, é fundamental equipar os estudantes com valores, conhecimentos e habilidades necessários para o uso eficaz e para a cocriação ativa da IA.

A educação, como setor público, não pode ser reduzida a um campo de testes para a adoção passiva da IA. O papel do setor educacional não é apenas preparar os estudantes para se adaptarem a uma sociedade que está, cada vez mais, sendo transformada pelas tecnologias de IA, mas também desempenhar um papel fundamental no empoderamento dos jovens para ajudar a cocriar futuros sustentáveis, reequilibrando nossas relações, não apenas com os outros, mas também com a tecnologia e o meio ambiente. Ao definir as competências essenciais das quais os estudantes provavelmente necessitarão à medida que nos aprofundamos na era da IA, o objetivo final deste “Marco referencial de competências

em IA para estudantes” (MRCE-IA) é ajudar a moldar cidadãos responsáveis e criativos que possam cocriar esses futuros desejáveis.

Os governos reconheceram a urgente necessidade de desenvolver a alfabetização em IA e as competências mais avançadas em IA já em 2019, quando adotaram o “Consenso de Beijing sobre a inteligência artificial e a educação”, da UNESCO. O Consenso de Beijing sublinhou a necessidade de proporcionar às pessoas a alfabetização em IA em todas as camadas da sociedade. No entanto, de acordo com uma pesquisa recente realizada em 190 países, apenas aproximadamente 15 deles estavam desenvolvendo ou implementando currículos de IA na educação escolar (UNESCO, 2022b). A pesquisa também destacou que havia uma grande variação na forma como os países definiam a alfabetização, as habilidades e a competência em IA. Portanto, os resultados da pesquisa ressaltaram a urgência de desenvolver uma abordagem harmonizada para integrar conteúdos de ensino e aprendizagem relacionados à IA nos currículos escolares.

Muitas vezes, a definição de competências em IA para os estudantes é influenciada por capacitações projetadas e/ou fornecidas por empresas privadas que tendem a se concentrar em habilidades técnicas para operar plataformas de IA com fins lucrativos. Tais abordagens raramente levam em conta questões críticas e mais amplas das implicações da IA para a aprendizagem e a cidadania. Atualmente, há uma lacuna em muitos sistemas educacionais quando se trata de marcos referenciais aprovados pelo público para a introdução de conteúdos e métodos relacionados à IA nos currículos educacionais. E um dos desafios que os sistemas públicos de ensino enfrentam para preencher essa lacuna é a falta de um marco referencial internacional sobre competências em IA

para os estudantes. Tal marco internacional pode embasar a elaboração de marcos de competências em IA nacionais/locais para estudantes por meio de uma abordagem crítica e ética das ferramentas de IA, bem como desenvolver o conhecimento necessário para seu uso eficaz e significativo na educação. O objetivo deste MRCE-IA é preencher essa lacuna.

As tecnologias de IA evoluem de forma muito veloz. Portanto, é fundamental garantir que todos os estudantes dominem um conjunto básico de conhecimentos, habilidades e valores para interagir de forma ética e eficaz com a IA no presente. Essa base possibilita que os estudantes utilizem futuras iterações da tecnologia de IA de maneira apropriada e centrada no ser humano.

O MRCE-IA fornece o suporte para que as autoridades educacionais respondam a essas necessidades, definindo um conjunto básico de competências, para os estudantes, que se enquadra em quatro aspectos: “mentalidade centrada no ser humano”; “ética da IA”; “técnicas e aplicações de IA”; e “elaboração (*design*) do sistema de IA”. Esses quatro aspectos são articulados em três níveis de progressão ou domínio – *Compreender*, *Aplicar* e *Criar* –, resultando em um total de 12 blocos de competências. Para cada um desses blocos, o MRCE-IA propõe especificações detalhadas sobre metodologias e estratégias pedagógicas relevantes para o planejamento e a oferta de conteúdo curricular relacionado à IA.

## 1.2 Finalidade e público-alvo

O MRCE-IA visa servir como um guia para os sistemas públicos de educação na construção das competências exigidas de todos os estudantes e cidadãos para a implementação efetiva de estratégias nacionais de IA e a construção de futuros inclusivos, justos e sustentáveis nesta nova era tecnológica.

Mais especificamente, o MRCE-IA: (1) fornece um marco referencial global sobre o conjunto base de competências em IA para os estudantes, que se destina a apoiar a elaboração de marcos nacionais ou institucionais de competências em IA; (2) especifica o desempenho típico de atitude e comportamento relacionado aos principais aspectos das competências em IA, em diferentes níveis de domínio, para ajudar na elaboração do conteúdo curricular relacionado à IA para os estudantes; e (3) recomenda um roteiro para apoiar o planejamento da sequência de aprendizagem dos currículos de IA em todos os níveis de ensino.

Como um marco de referência mundial, o MRCE-IA deve ser adaptado aos diversos níveis de prontidão dos sistemas educacionais locais em termos de currículos, ambiente de aprendizagem propício para o ensino de IA, preparação dos professores e conhecimentos e capacidades prévios de grupos específicos de estudantes.

O MRCE-IA destina-se principalmente a formuladores de políticas públicas, desenvolvedores de currículos, provedores de programas de educação em IA para estudantes, líderes escolares, professores e especialistas em educação.

## Capítulo 2. Princípios-chave

### 2.1 Promover uma abordagem crítica à IA

O pensamento crítico é uma habilidade fundamental da qual os estudantes precisam para se envolver significativamente com a IA, tanto no papel de estudantes como de usuários e criadores. Os estudantes também têm a responsabilidade de determinar quais tipos de IA devem ser desenvolvidos e como devem ser usados para impulsionar as sociedades humanas em direção a futuros compartilhados, inclusivos e adequados ambientalmente. Os estudantes precisam de apoio para se tornarem cocriadores ativos de IA, bem como potenciais líderes que definirão novas iterações da IA e suas interações com a sociedade humana para as gerações presentes e futuras. Para dar suporte a essa visão, o MRCE-IA foi projetado para promover uma abordagem crítica em relação à IA envolvendo os estudantes com questões fundamentais, como: a IA está preparada para ajudar a resolver os desafios do mundo real enfrentados pelos seres humanos, ou representa ameaças intransponíveis para eles? Os impactos adversos do clima no treinamento e no uso de IA são desproporcionais aos benefícios previstos? Quais impactos sociais, econômicos, políticos e demográficos, decorrentes do uso da IA, devem ser cuidadosamente revisados?

A transformação impulsionada pela IA, em todos os setores de desenvolvimento, tem profundas implicações para a autonomia humana, as interações humanas, a equidade social, a inclusão econômica e a sustentabilidade ambiental. Portanto, em primeiro lugar, espera-se que os estudantes tenham ciência e entendimento das vantagens

e limitações das possibilidades existentes em relação à IA. Um dos requisitos para o uso responsável consiste na capacidade dos estudantes de detectar a confiabilidade e a proporcionalidade das ferramentas de IA. O MRCE-IA visa preparar os estudantes com os valores, os conhecimentos e as habilidades necessários para examinar criticamente a proporcionalidade da IA a partir de uma perspectiva ética. Isso inclui examinar e compreender seus impactos na autonomia humana, em inclusão social e equidade, segurança institucional e individual, diversidade cultural e linguística, construção e expressão de opiniões plurais, bem como no meio ambiente e nos ecossistemas. Espera-se que os estudantes consigam romper com a concepção errônea de que a IA é a solução para tudo. A ideia é que eles se tornem tomadores de decisão conscientes sobre quando os sistemas e aplicativos de IA devem – ou não – ser usados, quais problemas eles podem ou não resolver e quando e como a IA deve ser projetada e usada como parte de uma solução mais ampla. O MRCE-IA visa estimular as aspirações dos estudantes no que diz respeito a aplicar e elaborar ferramentas de IA para propósitos específicos e significativos ou para enfrentar os desafios do mundo real e promover o desenvolvimento sustentável.

As sociedades estão sendo inseridas na era da IA em ritmos diferentes, mas os estudantes em todo o mundo são, ou serão, cidadãos imersos em contextos caracterizados pela integração generalizada da IA. Eles não deverão apenas cumprir as regulações legais e os princípios éticos, mas, como cidadãos, também precisarão contribuir para a adaptação das normas e regulações de IA. Este marco, portanto, destaca

a importância de apoiar os estudantes a se tornarem usuários responsáveis e éticos da IA, bem como contribuintes dela. Além disso, o marco envolve os estudantes na reflexão sobre as principais controvérsias em torno da IA, a internalização de princípios éticos e a familiarização com as regulações relacionadas.

O MRCE-IA estabelece uma visão prospectiva do tipo de cidadania exigida pelas sociedades, as quais, por sua vez, são cada vez mais moldadas pela IA. Além disso, propõe que os estudantes sejam desafiados e capacitados a fazer uso significativo da IA para autoatualização, avaliação dos impactos sociais, econômicos e ambientais, bem como contribuição, em um nível apropriado para sua idade ou série, para o desenvolvimento de regulações de IA, assim ajudando a moldar a nossa relação com a tecnologia na sociedade em geral.

## 2.2 Priorizar uma interação com a IA que seja centrada no ser humano

Na era da IA, a interação entre humanos e sistemas e aplicações de IA se tornará um elemento constituinte e essencial de serviços públicos, produção e comércio, práticas sociais, aprendizagem e vida cotidiana. Estabelecer as competências necessárias para entender e garantir a interação centrada no ser humano com a IA nesses domínios é uma prioridade para o MRCE-IA.

A abordagem centrada no ser humano proposta pela UNESCO defende que o *design* e o uso da IA devem servir ao desenvolvimento das capacidades humanas, proteger a dignidade e a autonomia humanas e promover a justiça e a sustentabilidade ao longo de todo o ciclo de vida da IA e de todos os possíveis ciclos de interação entre humanos e IA. Tal abordagem deve ser orientada pelos princípios dos

direitos humanos e pelo respeito à diversidade linguística e cultural que define os bens comuns do conhecimento. Uma abordagem centrada no ser humano também exige que a IA seja usada de maneiras que garantam transparência e explicabilidade, bem como o controle e a responsabilização humanos.

À medida que a IA se torna cada vez mais sofisticada e amplamente utilizada, um dos seus principais riscos é o potencial para minar a autonomia humana e comprometer o desenvolvimento de habilidades intelectuais humanas. Embora a IA possa ser usada para desafiar e ampliar o pensamento humano, não se deve permitir que ela usurpe ou substitua o pensamento crítico. A proteção e o aprimoramento da autonomia humana devem, portanto, ser sempre um princípio fundamental na concepção de currículos e programas educacionais de IA. O MRCE-IA visa apoiar os estudantes a compreender os tipos de dados que a IA pode coletar sobre eles, os métodos com os quais os dados podem ser usados para treinar modelos de IA e o impacto que o ciclo de dados pode ter em sua privacidade e sua vida de forma mais ampla. Também busca estimular a motivação intrínseca dos estudantes para crescer e aprender como indivíduos e reforçar sua autonomia em contextos nos quais sistemas sofisticados de IA estão sendo cada vez mais integrados. As competências críticas em IA, conforme propostas neste marco, podem ainda orientar os estudantes no entendimento do valor único da interação social e dos trabalhos criativos produzidos por humanos, que não devem ser substituídos por resultados de IA. Ao desenvolver competências para o envolvimento com a IA centrado no ser humano, este marco visa evitar que os estudantes desenvolvam vícios ou dependências da IA e pretende incentivar comportamentos que mantenham a responsabilidade humana em decisões de alto risco.

## 2.3 Incentivar uma IA ambientalmente mais sustentável

Como cocriadores e potenciais líderes das próximas gerações de tecnologia de IA, os estudantes precisam ter uma compreensão crítica do impacto ambiental negativo causado pelas abordagens que visam o lucro no projeto, no treinamento e na implantação de modelos de IA. Os sistemas educacionais têm a responsabilidade de garantir que os estudantes aprendam sobre as emissões de carbono, analisem as causas de mudança climática e ajam de forma criteriosa para proteger o clima e o meio ambiente.

Na busca para produzir modelos de IA cada vez mais poderosos, a sustentabilidade ambiental é frequentemente vista como algo de importância secundária. Em alguns casos, essa questão é inclusive ofuscada, de maneira intencional, pelas alegações de que a IA promete resolver a mudança climática. Enquanto líderes mundiais e formuladores de políticas públicas trabalham para considerar as regulamentações em torno do consumo de energia e da proteção do meio ambiente, é imperativo que os estudantes entendam como o treinamento de modelos de IA está contribuindo para a destruição do meio ambiente. A aprendizagem sobre IA deve capacitá-los a explorar, em caráter urgente, abordagens para o *design*, o treinamento e o uso de modelos de IA que respeitem o meio ambiente. O MRCE-IA responde a essa problemática de orientar os estudantes a elaborar e a implementar atividades de aprendizagem com base em projetos sobre os impactos ambientais decorrentes do uso e do treinamento da IA e leva os estudantes a pesquisar possíveis soluções para mitigar esses impactos.

## 2.4 Promover a inclusão no desenvolvimento de competências em IA

O acesso à IA e às competências em IA representa os dois lados dos direitos básicos dos cidadãos no mundo atual. Todos os estudantes devem ter condições de realizar um acesso inclusivo aos ambientes necessários para aprender sobre IA, ao menos em nível básico, e devem contar com apoio para aprender a incorporar o princípio da inclusão no projeto de IA, bem como precisam estar preparados para contribuir para uma sociedade de IA que seja inclusiva.

Ao definir as competências em IA, os estudantes devem ter oportunidades de entender e aplicar o princípio da inclusão em todo o ciclo de vida da IA. Isso abrange a seleção de dados representativos, a escolha de algoritmos livres de vieses (*bias-agnostic*)<sup>2</sup> e de métodos de treinamento não discriminatórios, o *design* de funcionalidades acessíveis, a verificação do nível de inclusão nos resultados de IA e a avaliação de impacto do uso de IA na inclusão social. No que diz respeito ao *design* do sistema de IA, os estudantes podem aprofundar suas habilidades de compreensão e aplicação para avaliar as necessidades de usuários com diferentes habilidades, bem como de diversas origens linguísticas e culturais.

Ao selecionar os modelos e as categorias de tecnologias como vetores de ensino e aprendizagem relacionados à IA, é necessário ter cuidado para evitar favorecer determinados dados demográficos em detrimento de outros. Similarmente, ao recomendar ferramentas específicas de IA para fins educacionais, mecanismos rigorosos de validação pública devem ser aplicados para evitar algoritmos com vieses relacionados a gênero, habilidades,

---

2 NT: No contexto de produto e marca, “agnóstico” significa não estar vinculado a uma marca ou produto específico.

*status* socioeconômico, língua, etnia e/ou cultura. Devem ser priorizadas ferramentas de IA que foram projetadas para apoiar pessoas com deficiência e promover a diversidade linguística e cultural. Quando não houver disponibilidade de mecanismos de validação para essas vertentes, a recomendação de ferramentas específicas de IA para uso em larga escala deve ser evitada.

Em relação à oferta do currículo, medidas específicas podem ser estabelecidas para que existam condições básicas para a implementação de um currículo que se baseia no MRCE-IA. Embora os marcos referenciais ou programas educacionais de IA devam ser projetados para serem aplicáveis a todos os estudantes, incluindo aqueles que vivem em ambientes de pouca adesão às tecnologias, o envolvimento com a IA sem acesso à internet e sem ferramentas de IA limitará o escopo e o nível de domínio das competências em IA. Os governos devem se comprometer a promover o acesso inclusivo à conectividade básica à internet, a dispositivos digitais atualizados, a programas e *softwares* de IA de código aberto ou acessíveis e a dispositivos básicos de IA, com o apoio da academia ou do setor privado quando apropriado. Da mesma forma, esses esforços devem dar atenção especial aos estudantes que têm deficiências e/ou pertencem a grupos linguísticos ou culturais minoritários.

## 2.5 Construir competências básicas de IA para a aprendizagem ao longo da vida

O ensino e a aprendizagem relacionados à IA devem servir para desenvolver competências básicas de IA que permitam aos estudantes absorver novos conhecimentos, bem como se adaptar para solucionar problemas em novos contextos com novas tecnologias de

IA. Em primeiro lugar, essas competências básicas devem incluir valores associados a uma mentalidade ética e centrada no ser humano. Os estudantes devem ser orientados para aprofundar, de forma progressiva, sua compreensão acerca de direitos humanos específicos – como direitos à igualdade, não discriminação, privacidade e expressão plural –, bem como suas implicações para diferentes formas de interação entre humanos e IA. As competências também refletem a necessidade de compreender as controvérsias em torno da IA e os principais princípios éticos que orientam a sua regulamentação, bem como promover habilidades práticas para combater vieses, proteger a privacidade, promover a transparência e a responsabilidade, e adotar uma abordagem que seja ética desde a concepção para a cocriação da IA.

As competências básicas são independentes de determinada marca ou produto (*brand-agnostic and produc-agnostic*) e garantem que os estudantes possam se envolver de maneira adequada, com uma variedade de ferramentas e futuras iterações de tecnologias de IA. Isso permite que eles desenvolvam uma compreensão dos dados, algoritmos, modelos e projetos (*design*) dos sistemas de IA que seja adequada à idade e cada vez mais profunda. Os estudantes devem ser apoiados na construção desse entendimento, conectando conceitos de IA com desafios do mundo real para desenvolver habilidades críticas de resolução de problemas. Eles devem ser ainda mais incentivados a explorar sua criatividade, em um esforço para otimizar os modelos de IA existentes ou cocriar uma IA mais significativa. Essas competências essenciais constituem a base para uma aprendizagem aprofundada e um uso mais especializado da IA na educação, no trabalho e na vida.

## Capítulo 3. Estrutura do “Marco referencial de competências em IA para estudantes”

### 3.1 O marco referencial

O MRCE-IA define 12 blocos de competências com base em uma matriz de duas dimensões. A primeira dimensão compreende quatro aspectos interligados de competências em IA, enquanto a segunda dimensão inclui três níveis de progressão ou domínio com os quais os estudantes devem se envolver iterativamente.

Embora o MRCE-IA ancore a definição de competência em IA em três pilares que estruturam competências essenciais mais amplas para os estudantes – ou seja, conhecimento, habilidades e valores –, também visa incentivar uma compreensão ética dos métodos liderados por humanos subjacentes aos sistemas de IA. Com base nessa conceitualização, a estrutura define quatro elementos constituintes essenciais de competências em IA dos estudantes: “mentalidade centrada no ser humano”, “ética da IA”, “técnicas e aplicações de IA” e “projeto (*design*) de sistemas de IA”. Esses elementos se concentram em valores fundamentais; responsabilidades sociais para assegurar os princípios éticos, os conhecimentos e as competências fundamentais, bem como habilidades de pensamento de ordem superior para o *design* de sistemas. Embora diferentes elementos possam ser desenvolvidos por meio de metodologias pedagógicas e de aprendizagem específicas da área, as competências em IA são, em última análise, um

conjunto de habilidades interdisciplinares e gerais e de orientações de valor que vão além de determinados domínios ou ferramentas de IA.

O primeiro aspecto relaciona as competências dos estudantes, quanto aos benefícios e riscos da IA, a uma atitude centrada no ser humano. Também visa promover uma compreensão crítica da proporcionalidade de ferramentas específicas<sup>3</sup> de IA para as necessidades humanas e para o desenvolvimento sustentável do meio ambiente e dos ecossistemas. A “ética da IA”, o segundo aspecto, engloba os componentes sociais e éticos das competências em IA dos estudantes, incluindo as habilidades sociais para navegar, entender, praticar e contribuir para a adaptação de um conjunto crescente de princípios que regulam o comportamento humano ao longo de todo o ciclo de vida da IA.

O terceiro aspecto, “técnicas e aplicações de IA”, representa uma visão integrada do conhecimento conceitual vinculado de forma intrínseca à IA e das habilidades operacionais associadas, usando ferramentas de IA selecionadas e tarefas autênticas. O último aspecto é o “projeto de sistema de IA”, que abarca habilidades abrangentes de engenharia para determinar o escopo do problema, a construção da arquitetura, o treinamento, os testes e a otimização dos sistemas de IA. Esse aspecto visa desafiar e capacitar os estudantes para que eles obtenham uma compreensão mais profunda dos sistemas de IA, bem como

3 O princípio da proporcionalidade na IA engloba a ideia de que os sistemas de IA devem ser projetados e implantados de uma maneira que equilibre adequadamente os riscos e os benefícios, respeite os direitos humanos e se alinhe com os valores e os interesses da sociedade. Consultar a Recomendação sobre a Ética da IA (UNESCO, 2022a) para saber mais sobre a proporcionalidade da IA.

apoiar sua aprendizagem exploratória, para que possam ampliar seus estudos no campo da IA.

A segunda dimensão do marco descreve três níveis de progressão, *Compreender*, *Aplicar* e *Criar*, que são projetados para refletir os níveis de domínio em todos os quatro aspectos descritos anteriormente. Eles podem ser usados na oferta de currículos ou programas de estudo de IA, com uma sequência de aprendizagem em espiral ao longo dos níveis de ensino, assim ajudando os estudantes a construir, de forma progressiva, um esquema sistemático e transferível de competências.

A matriz do marco referencial contempla os quatro aspectos para os três níveis de progressão ou domínio (ver Tabela 1). Na interseção desses níveis e aspectos estão 12 blocos constituintes de competências em IA, cujas características sustentam o pensamento crítico, a avaliação de aspectos éticos, o uso prático e a cocriação iterativa da IA. Esses blocos de competência devem ser entendidos como unidades interligadas que enquadram componentes-chave. Em vez de considerá-los como tópicos fragmentados e díspares a serem aprendidos de maneira isolada, eles devem ser conectados e entrelaçados, como se fossem os órgãos operacionais da competência em IA.

A matriz fornece um esquema para os resultados de aprendizagem, considerando um nível mínimo de domínio dentro de um determinado bloco de competências. Mais especificamente, a matriz é projetada para orientar: (1) o escopo das principais áreas de foco relacionadas à IA e aos níveis de domínio esperados, adaptados à prontidão local em relação à IA e ao tempo disponível para fins instrutivos; (2) a identificação de conteúdos de aprendizagem relacionado à IA que podem ser integrados a currículos, disciplinas e níveis de ensino existentes; (3) a definição de níveis de proficiência e o desenvolvimento de critérios de avaliação para avaliar as competências e a progressão gerais dos estudantes em relação à IA; e (4) o *design* e a exploração de metodologias ágeis de ensino e aprendizagem apropriadas à idade e específicas da área. Muitos desses fatores precisam ser considerados quando um país, um distrito ou uma escola estiverem diante deste marco referencial. A seleção de aspectos focais e a especificação dos níveis de domínio desejados, por exemplo, dependerão das competências em IA que os estudantes possuem, do treinamento e das habilidades dos professores, da disponibilidade de horas de aprendizagem e da prontidão local de IA, incluindo os aspectos de acessibilidade e infraestrutura.

**Tabela 1. Marco referencial de competências em IA para estudantes**

Aspectos das competências	Níveis de progressão		
	Compreender	Aplicar	Criar
• Mentalidade centrada no ser humano	• Autonomia humana	• Responsabilidade humana	• Cidadania na era da IA
• Ética da IA	• Ética incorporada	• Uso seguro e responsável	• Ética desde a concepção
• Técnicas e aplicações de IA	• Fundamentos de IA	• Habilidades voltadas à aplicação	• Criação de ferramentas de IA
• Projeto de sistemas de IA	• Escopo do problema	• Projeto de arquitetura	• Ciclos de iteração e <i>feedback</i>

## 3.2 Níveis de progressão

Os três níveis refletem o aumento da sofisticação, a proficiência e a consciência ética no uso e na cocriação das tecnologias de IA. Nesse sentido, espera-se que os estudantes progridam mutuamente. Esses níveis e as especificações de cada bloco de competências podem orientar as avaliações formativas e somativas das competências em IA dos estudantes, bem como informar o *design* de metodologias pedagógicas que sejam contextualmente relevantes e ágeis.

### Nível 1: Compreender

Este primeiro nível é destinado a todos os estudantes. Todos os indivíduos interagem ou vão interagir com algum formato de IA ao longo de suas vidas. Também é fato que os provedores de IA têm minerado e manipulado dados de quase todos os usuários da internet. Todos os estudantes devem, portanto, desenvolver os valores, os conhecimentos e as habilidades centrados no ser humano necessários para se envolver de maneira segura, informada e significativa em sua interação diária com a IA nas várias esferas da vida.

No nível *Compreender*, espera-se que os estudantes promovam o entendimento de o que é IA e construam interpretações, adequadas às suas idades, acerca de valores, questões éticas, conceitos, processos e métodos técnicos inerentes às ferramentas de IA e seus usos. Eles devem ser capazes de explicar ou exemplificar seus conhecimentos por meio de conexões com práticas sociais ou da vida real e assimilar novos saberes, integrando-os a seus próprios planos de competência.

Este nível de domínio fornece os fundamentos atitudinais, cognitivos e práticos essenciais para um estudo mais aprofundado sobre a IA. Ele

não define as competências de saída para áreas ou domínios específicos da IA como um todo.

### Nível 2: Aplicar

Dado que o uso da IA permeou todos os setores, bem como todos os aspectos da vida, incluindo a educação e o trabalho, os estudantes devem estar preparados para se tornarem usuários responsáveis, ativos e eficazes da IA, tanto em prol de seus próprios interesses individuais como para enfrentar desafios coletivos relacionados à sustentabilidade. Portanto, os resultados no segundo nível, *Aplicar*, são relevantes para todos os estudantes e podem ser usados para adaptar o escopo, a amplitude e o nível de dificuldade dos módulos temáticos de um currículo formal de IA. Estudar a partir desse nível exige que os estudantes tenham adquirido uma compreensão básica da abordagem centrada no ser humano e dos princípios éticos essenciais para a IA, bem como conhecimentos básicos de IA e habilidades de aplicação.

No nível *Aplicar*, espera-se que os estudantes aprimorem, transfiram e adaptem seus valores, conhecimentos e habilidades aprendidos a novos processos de aprendizagem. Eles podem fazer isso abordando questões teóricas e/ou tarefas práticas em contextos mais complexos e examinando criticamente métodos técnicos avançados por trás das ferramentas de IA. Para atingir esse nível, os estudantes terão construído uma base sólida e transferível de conhecimento conceitual e conjuntos de habilidades de IA associados. Eles também devem ser capazes de aplicar a mentalidade centrada no ser humano e a perspectiva ética à avaliação, ao estudo e ao uso prático de ferramentas de IA.

Os estudantes desse nível podem progredir para o terceiro nível, mais especializado, o *Criar*. No entanto, é possível que alguns estudantes

não tenham um grande interesse em IA ou não tenham tempo ou oportunidades suficientes para aperfeiçoar suas competências em IA dentro do ambiente formal de aprendizagem na escola. Para muitos, *Aplicar*, no Nível 2, será o ponto de saída para o desenvolvimento de competências relacionadas à IA, pelo menos na escola.

### Nível 3: Criar

O ritmo exponencial da inovação no setor de IA faz com que os fornecedores de tecnologia definam os termos da transformação de nossas sociedades. O desenvolvimento de competências críticas de IA é fundamental para garantir que o *design*, a implantação e o uso da IA respondam às necessidades dos usuários e beneficiem o público. Os estudantes devem estar preparados para criar ferramentas de IA confiáveis e assumir um papel de liderança na definição e no *design* da próxima geração de tecnologias de IA. No nível *Criar*, espera-se que os estudantes se tornem cocriadores conscientes de IA desenvolvendo soluções centradas no ser humano para impactar positivamente o *design* e o uso da IA. Estudar a partir desse nível requer uma aplicação integrada dos valores, conhecimentos e habilidades adquiridos em IA para desenhar, implementar e testar soluções de IA que possam ajudar a enfrentar os desafios do mundo real.

Os estudantes poderão alavancar seus conhecimentos e suas habilidades com espírito crítico em dados, algoritmos e *design* ético, criar ativamente aplicativos de IA e deliberar sobre a adaptação das regulações de IA. No nível *Criar*, espera-se que os estudantes reforcem seu interesse pela inovação em IA e desenvolvam novas ferramentas de IA baseadas em conjuntos de dados de código aberto e/ou customizáveis, ferramentas de programação ou modelos de IA. Ao longo do processo iterativo de personalização e de teste de tecnologias

de IA, espera-se que os estudantes reforcem a sensação de serem cocriadores de IA e de pertencerem a uma comunidade mais ampla, ajudando a liderar o *design* e o uso centrados no ser humano da IA. Neste nível, espera-se também que os estudantes aumentem a sua capacidade de avaliar criticamente as implicações sociais da IA e de personalizar as responsabilidades de ser um cidadão em sociedades orientadas para a IA.

Aprender no nível *Criar* também visa promover as habilidades criativas de resolução de problemas dos estudantes e uma atitude proativa na defesa de práticas éticas em relação à IA. Para atender aos requisitos deste nível em sua totalidade, será necessário alocar tempo e espaço de aprendizagem suficientes no currículo (por exemplo, um semestre inteiro, ou vários semestres). O programa de aprendizagem também deve fornecer os recursos de IA necessários e facilitar metodologias pedagógicas inovadoras e adequadas à idade. Para os estudantes que não têm um grande interesse em aprofundar seus estudos na área, os resultados de aprendizagem neste nível, em especial no aspecto “projeto de sistema de IA”, devem ser ofertados como programas eletivos e não como requisitos obrigatórios para todos os estudantes.

### 3.3 Aspectos

Os quatro aspectos especificam os elementos constituintes essenciais das competências em IA que os estudantes precisam construir e atualizar de forma contínua para se tornarem usuários responsáveis e cocriadores ativos de IA, bem como líderes em potencial na definição e no desenvolvimento das próximas gerações de IA.

## Mentalidade centrada no ser humano

Aspectos das competências	Níveis de progressão		
	Compreender	Aplicar	Criar
• <b>Mentalidade centrada no ser humano</b>	• Autonomia humana	• Responsabilidade humana	• Cidadania na era da IA

O aspecto “mentalidade centrada no ser humano” concentra-se nos valores, nas crenças e nas habilidades de pensamento crítico dos estudantes, aplicados ao processo de analisar se a IA é adequada à sua finalidade, se seu uso é justificado, como os seres humanos devem interagir com ela e quais responsabilidades os indivíduos e as instituições devem assumir para contribuir com a construção de sociedades de IA seguras, inclusivas e justas. Uma mentalidade centrada no ser humano constitui a base para um maior envolvimento com todos os aspectos da IA. A plena expressão desse aspecto engloba também as identidades humanas em relação à IA, assumindo responsabilidades sociais e cívicas, bem como a busca ou o aprofundamento de interesses pessoais na era da IA. Os valores e as habilidades que esse aspecto se destina a nutrir podem ser caracterizados pelos três blocos de competência descritos a seguir.

**Autonomia humana.** Espera-se que os estudantes sejam capazes de reconhecer que a IA é comandada por humanos e que as decisões tomadas por criadores de IA têm influência na maneira como os sistemas de IA impactam os direitos humanos, a interação entre humanos e IA, bem como suas próprias vidas e sociedades. Espera-se que eles entendam as implicações da proteção da autonomia humana em todo o projeto, fornecimento e uso da IA. Os estudantes devem compreender as implicações do fato de a IA ser controlada por seres humanos e quais podem ser as consequências quando esse não for o caso.

**Responsabilidade humana.** Espera-se que os estudantes reconheçam que as responsabilidades humanas são obrigações legais dos criadores e dos fornecedores de IA e entendam quais responsabilidades humanas devem assumir durante o projeto e o uso da IA. Eles também devem desenvolver a consciência de que a responsabilidade humana é um dever legal e social relacionado ao uso de IA para auxiliar na tomada de decisões, e que a escolha humana não deve ser cedida à IA em decisões de alto risco.

**Cidadania na era da IA.** Espera-se que os estudantes compreendam de forma crítica o impacto da IA nas sociedades humanas e promovam o *design* e o uso responsáveis e inclusivos da IA para o desenvolvimento sustentável. Eles devem ter consciência de sua responsabilidade cívica e social como cidadãos na era da IA. Espera-se também que os estudantes desenvolvam o desejo de continuar aprendendo e usando a IA ao longo de suas vidas para possibilitar a autoatualização.

## Ética da IA

Aspectos das competências	Níveis de progressão		
	Compreender	Aplicar	Criar
• Ética da IA	• Ética incorporada	• Uso seguro e responsável	• Ética desde a concepção

O aspecto “ética da IA” representa os juízos de valor ético, as reflexões incorporadas e as habilidades sociais e emocionais que os estudantes precisam ter para navegar, entender, praticar e contribuir para a adaptação de um conjunto crescente de princípios e regulamentações relativos a todo o ciclo de vida dos sistemas de IA. Espera-se que os estudantes compreendam e apliquem seus conhecimentos sobre a governança da ética na interseção de implicações mundiais e contextos locais. À medida que as rápidas iterações da IA estão desencadeando controvérsias mais profundas, o escopo da “ética da IA” está se ampliando e novas regulações, leis e normas estão sendo adotadas. Os três blocos de competência para este aspecto descrevem as principais etapas para que os estudantes internalizem os princípios éticos de maneira gradual, bem como se habituem à conformidade com as regulações da IA.

- **Ética incorporada.** Espera-se que os estudantes desenvolvam uma compreensão básica das questões que perpassam os principais debates éticos em torno da IA incluindo o impacto da IA nos direitos humanos, na justiça social, na inclusão, na equidade e na mudança climática em seu contexto local e vida pessoal. Eles devem compreender, internalizar e adotar os seguintes princípios nas suas práticas reflexivas e no uso de ferramentas de IA, tanto em sua aprendizagem quanto fora dela:
  - **Não causar danos.** Os estudantes demonstram o entendimento de que os sistemas de IA não devem ser usados para fins que possam ser prejudiciais para os seres humanos (como reconhecimento facial para fins de vigilância ou de atribuição de *status* social, ou algoritmos preditivos para atribuir notas em exames). Isso inclui a capacidade de avaliar se uma determinada solução de IA viola os valores e direitos humanos, particularmente a privacidade de dados, e decidir se um determinado método de IA está em conformidade com as regulações mundiais ou locais.
  - **Proporcionalidade.** Os estudantes desenvolvem a capacidade – de maneira apropriada para sua idade e seu nível de habilidade – de examinar se o uso de um determinado sistema de IA é ou não vantajoso para atingir um objetivo justificado e se um determinado método de IA é ou não apropriado ao contexto.
  - **Não discriminação.** Os estudantes estão cientes e são capazes de detectar vieses de gênero, étnicos, culturais e outros presentes nas ferramentas de IA ou em seus resultados. Além disso, eles estão cientes das lacunas relacionadas à IA dentro dos e entre os

países e entendem a necessidade de fazer esforços para abordá-las e garantir maior acessibilidade e inclusão.

- **Sustentabilidade.** Os estudantes são capazes de explicar e ilustrar as implicações dos sistemas de IA para a sustentabilidade ambiental.
- **Supervisão e determinação humana na colaboração entre o ser humano e a IA.** Os estudantes são capazes de demonstrar porque os seres humanos devem assumir responsabilidades éticas e legais pelo uso da IA; eles são capazes de exemplificar como os seres humanos podem ser os responsáveis nos ciclos de tomada de decisão assistidos por IA, em vez de ceder a determinação às máquinas.
- **Transparência e explicabilidade.** Os estudantes estão cientes de que os usuários têm o direito de solicitar a *designers* e provedores informações que expliquem como as ferramentas de IA funcionam, como seus resultados são produzidos a partir dos algoritmos e modelos e até que ponto a implantação e a aplicação de certas ferramentas de IA são apropriadas para usuários de uma certa idade ou de um determinado nível de habilidade.
- **Uso seguro e responsável.** Espera-se que os estudantes sejam capazes de usar a IA de maneira responsável, em conformidade com os princípios éticos e as regulações locais. Eles devem ter conhecimento sobre os riscos de transgredir a privacidade dos dados e saber como tomar medidas para garantir que seus dados sejam coletados, usados, compartilhados, arquivados e excluídos apenas com seu consentimento consciente. Também estão cientes dos riscos específicos de certos sistemas de IA e são capazes de proteger sua própria segurança, bem como a de seus pares, ao usar a IA.
- **Ética desde a concepção.** Espera-se que os estudantes adotem uma abordagem ética desde a concepção para o *design*, a avaliação e o uso de ferramentas de IA, bem como para a revisão e a adaptação das regulações em torno da IA. Os estudantes devem ter conhecimento de que, para avaliar a intenção por trás do *design* da IA, é necessário analisar todas as etapas do seu ciclo de vida, começando com a etapa de concepção. Os estudantes devem ser capazes de avaliar a conformidade de uma ferramenta de IA com as regulações éticas, bem como de revisar as regulações em torno da IA e de orientar a sua adaptação.

## Técnicas e aplicações de IA

Aspectos das competências	Níveis de progressão		
	Compreender	Aplicar	Criar
• Técnicas e aplicações de IA	• Fundamentos de IA	• Habilidades voltadas à aplicação	• Criação de ferramentas de IA

O aspecto “técnicas e aplicações de IA” representa o conhecimento conceitual vinculado de forma intrínseca à IA e às habilidades operacionais associadas, em conjunto com as ferramentas concretas de IA ou as tarefas autênticas. Esse aspecto serve como a base técnica mais importante e transferível para uma compreensão e uma aplicação concretas da mentalidade centrada no ser humano e seus princípios éticos associados. Dispor de uma estrutura básica de conhecimento e de habilidades práticas em programação de dados e IA constitui a base para a capacidade de desenhar e construir sistemas de IA, especialmente para estudantes com grande interesse e habilidades no campo. A partir do aspecto “técnicas e aplicações de IA”, espera-se que os estudantes analisem ferramentas exemplares de IA para obter informações sobre como a IA é desenvolvida, com base em dados e algoritmos. Os estudantes devem adquirir, de forma sincronizada, habilidades em programação de IA e reforçar a transferibilidade de seus conhecimentos e habilidades, aplicando-os à elaboração de ferramentas de IA. No fluxo dos três níveis de progressão, espera-se também que os estudantes integrem parâmetros éticos, culturais e sociais e solidifiquem conhecimentos e habilidades interdisciplinares fundamentais em ciência, tecnologia, engenharia, matemática, artes, línguas e estudos sociais.

**Fundamentos de IA.** Espera-se que os estudantes sejam capazes de desenvolver conhecimentos e habilidades básicas sobre IA, particularmente no que diz respeito a dados e algoritmos, entendendo a importância de conhecimentos interdisciplinares básicos,

necessários para aprofundarem de forma gradual a sua compreensão sobre dados e algoritmos. Os estudantes também devem ser capazes de conectar o conhecimento conceitual sobre IA com suas atividades na sociedade e na vida cotidiana, concretizando uma mentalidade centrada no ser humano, bem como os princípios éticos, e entendendo como a IA funciona e como interage com os seres humanos.

**Habilidades voltadas à aplicação.** Espera-se que os estudantes sejam capazes de construir uma compreensão sobre dados, algoritmos de IA e programação que seja adequada à sua idade, bem como adquirir habilidades de aplicação transferíveis. Espera-se que os estudantes sejam capazes de avaliar de forma crítica, bem como aproveitar, ferramentas de IA, bibliotecas de programação e conjuntos de dados gratuitos e/ou de código aberto.

**Criação de ferramentas de IA.** Espera-se que os estudantes sejam capazes de aprofundar e aplicar conhecimentos e habilidades em dados e em algoritmos para personalizar os conjuntos de recursos de IA existentes, criando ferramentas de IA baseadas em tarefas. A expectativa é que os estudantes integrem sua mentalidade centrada no ser humano e em suas considerações éticas na avaliação dos recursos de IA existentes. Espera-se, também, que eles desenvolvam as habilidades sociais e emocionais necessárias para se envolverem nos processos de criação utilizando IA, inclusive por meio de adaptabilidade, habilidades complexas de comunicação e de trabalho em equipe.

## Projeto de sistemas de IA

Aspectos das competências	Níveis de progressão		
	Compreender	Aplicar	Criar
• Projeto de sistemas de IA	• Escopo do problema	• Projeto de arquitetura	• Ciclos de iteração e <i>feedback</i>

O aspecto “projeto de sistemas de IA” se concentra no *design thinking* sistêmico e nas habilidades gerais de engenharia necessárias para pensar o escopo do problema, projeto, construção de arquitetura, treinamento, teste e otimização de sistemas de IA. Este aspecto visa desafiar a explicabilidade dos sistemas de IA e permitir a aprendizagem exploratória para os estudantes que buscarão outros programas de estudo na área. Espera-se também que os estudantes aprofundem e pratiquem a “ética desde a concepção”. Embora a metodologia de *design thinking* sistêmico, os valores centrados no ser humano e os princípios éticos associados, bem como conhecimentos e habilidades necessários sobre IA possam ser incorporados em todos os outros aspectos das competências em IA dos estudantes, este visa principalmente aos estudantes que têm um interesse particular e um compromisso com o aprofundamento de seus conhecimentos e suas habilidades nesse campo.

**Escopo do problema.** Espera-se que os estudantes sejam capazes de entender a importância do “Escopo do problema de IA” como ponto de partida para a inovação em IA. Espera-se que eles sejam capazes de analisar se a IA deve ser usada em determinadas situações, partindo de uma perspectiva legal, ética e lógica, e definir os limites, os objetivos e as restrições de um problema antes de tentar treinar um modelo de IA para resolvê-lo. Espera-se ainda que os estudantes adquiram o conhecimento e as habilidades relacionadas ao planejamento de projetos necessários para conceituar e construir um sistema de IA, incluindo a capacidade de avaliar a adequação de diferentes técnicas de

IA, definir a necessidade de dados e elaborar métricas de teste e de *feedback*.

**Projeto de arquitetura.** Espera-se que os estudantes sejam capazes de cultivar conhecimentos metodológicos e habilidades técnicas básicos para configurar uma arquitetura escalável, sustentável e reutilizável para um sistema de IA que englobe conjuntos de dados, algoritmos, modelos e interfaces de aplicativos. Espera-se que os estudantes desenvolvam as habilidades interdisciplinares necessárias para alavancar conjuntos de dados, ferramentas de programação e recursos computacionais para construir um protótipo de sistema de IA. Isso inclui a expectativa de que eles apliquem valores centrados no ser humano e princípios éticos avançados em sua configuração, construção e otimização.

**Iteração e *feedback*.** Espera-se que os estudantes aprimorem e apliquem seus conhecimentos interdisciplinares e métodos práticos para avaliar a adequação e a robustez metodológica de um modelo de IA e seu impacto nos usuários individuais, nas sociedades e no meio ambiente. Eles devem ser capazes de adquirir habilidades técnicas adequadas à sua idade para melhorar a qualidade dos conjuntos de dados, reconfigurar algoritmos e aprimorar arquiteturas em resposta aos resultados de testes e *feedback*. Eles devem ser capazes de aplicar uma mentalidade centrada no ser humano e princípios éticos na simulação da tomada de decisão sobre quando um sistema de IA deve ser desativado e como seu impacto negativo pode ser mitigado. Espera-se também que cultivem suas identidades como cocriadores dentro da comunidade geral de IA.

## Capítulo 4. Especificações de competências em IA para estudantes

As seguintes especificações do MRCE-IA esclarecem o que cada bloco de competências implica em termos dos objetivos curriculares, dos métodos pedagógicos desejáveis e dos ambientes de aprendizagem necessários, considerando tanto a inclusão como a variação nos níveis de prontidão da IA.

As especificações descritas a seguir se baseiam no pressuposto de que as competências em IA dos estudantes são o resultado das intervenções integradas dos currículos nacionais de IA, dos programas extracurriculares, da aprendizagem informal por intermédio de diferentes meios de comunicação – incluindo a internet – e do envolvimento com famílias e comunidades locais. Para orientar o desenvolvimento de um currículo de IA, o MRCE-IA especifica os resultados de aprendizagem e comportamentais esperados de um currículo formal de IA, considerando o impacto da aprendizagem informal em contextos sociais. A aprendizagem relacionada à IA, introduzida nos currículos como uma disciplina específica ou como módulos dentro de disciplinas relacionadas – por exemplo, ciência da computação ou tecnologia da informação e comunicação (TIC) –, deve ter um tempo de instrução adequado dentro de um semestre ou, de preferência, em vários semestres.

Os objetivos curriculares estabelecidos devem descrever valores, conhecimentos e competências específicos desse domínio que

podem ser aplicados a estudantes em uma variedade de idades e de níveis de habilidade, os quais são expostos à aprendizagem relacionada à IA pela primeira vez. Cabe aos órgãos responsáveis pelo desenvolvimento curricular nacionais ou institucionais definir objetivos concretos de aprendizagem para coortes de estudantes, com base em sua prontidão de IA<sup>4</sup> e de seus professores, no seu tempo disponível para aprender e nos ambientes locais de aprendizagem. As especificações incluem recomendações para configurar esses ambientes em consonância com as metas curriculares, no que diz respeito à inclusão, ao potencial das opções de código aberto e ao compartilhamento de recursos de IA com as instituições acadêmicas e o setor privado.

Por fim, as especificações também propõem metodologias pedagógicas para domínios específicos da IA em um determinado nível de progressão. Isso pode inspirar professores e estudantes a explorar métodos ágeis de ensino que sejam relevantes para contextos e necessidades específicos.

### 4.1 Nível 1. Compreender

O objetivo geral deste nível é apoiar todos os estudantes no entendimento de o que é IA e construir interpretações adequadas à idade sobre os valores, as questões éticas, os conceitos, os processos e os métodos técnicos por trás das ferramentas de IA e seus usos.

4 NT: Observa-se que a *prontidão* a que se faz referência é uma condição dinâmica para permitir a efetiva implementação da IA.

Os estudantes também devem receber apoio para fazer conexões entre seus conhecimentos sobre IA e suas experiências da vida real, bem como entre os conhecimentos específicos de domínio sobre IA e os conhecimentos sobre áreas de aprendizagem relacionadas.

Os objetivos curriculares descritos na Tabela 2 ajudam a mapear o conjunto de valores fundamentais, princípios éticos, conhecimentos e entendimentos que podem garantir um uso adequado e eficaz da IA pelos estudantes – uma capacidade por

vezes referida como “alfabetização em IA”. Os métodos pedagógicos sugeridos foram elaborados para facilitar práticas de ensino e aprendizagem, adequadas à idade e ao domínio, que possam estimular os interesses dos estudantes e apoiar sua trajetória de aprendizagem com base em ferramentas concretas, experiências pessoais e cenários de uso do mundo real. Nas especificações, também são recomendadas configurações básicas de aprendizagem, as quais incluem praticar com opções “desconectadas” e com pouco uso de tecnologias.

Tabela 2. Blocos de competência para o nível 1 – Compreender

<b>Mentalidade centrada no ser humano</b>	<b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b>
	<p><b>4.1.1 Autonomia humana</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes sejam capazes de reconhecer que a IA é comandada por seres humanos e que as decisões tomadas pelos criadores de IA têm influência na forma como os sistemas de IA impactam os direitos humanos, a interação entre seres humanos e IA e suas próprias vidas e sociedades. Espera-se que eles entendam as implicações da proteção da autonomia humana em todo o projeto, fornecimento e uso da IA. Os estudantes devem compreender as implicações do fato de a IA ser controlada por humanos e quais podem ser as consequências quando esse não for o caso.</li> </ul>
	<b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.1.1.1 Promover o entendimento de que a IA é comandada por seres humanos:</b> Com base em ferramentas de IA selecionadas, explicar aos estudantes que a IA é comandada por humanos; ajudar os estudantes a desenvolver uma compreensão gradual e integral sobre a autonomia humana, que pode abranger princípios sobre a propriedade e a privacidade de dados, a proteção dos direitos humanos na coleta e no processamento de dados, a explicabilidade dos métodos de IA, o controle humano na implantação, bem como na supervisão e determinação humana no uso da IA para a tomada de decisões. Orientar os estudantes para que entendam que a IA não pode substituir o pensamento humano ou o desenvolvimento intelectual.</li> <li>• <b>OC4.1.1.2 Ajudar a compreender a necessidade de exercer um controle humano suficiente sobre a IA:</b> Expor os estudantes a cenários do mundo real e fazer com que tenham experiências com as consequências da falta de supervisão humana no controle da IA (por exemplo, regulamentações insuficientes e frágeis que não impedem o <i>design</i> e a produção de ferramentas prejudiciais de IA, o uso institucional da IA que substitua os seres humanos nas tomadas de decisão de alto risco e a ausência de validação humana da precisão dos resultados da IA). Ajudar os estudantes a compreender a necessidade de exercer intervenções humanas sobre os sistemas de IA nos níveis regulatório, institucional e individual para proteger a segurança, a moralidade e a dignidade humanas.</li> <li>• <b>OC4.1.1.3 Estimular o pensamento crítico sobre a relação dinâmica entre a autonomia humana e a autonomia de máquina:</b> Expor os estudantes a casos do mundo real em que a IA pode apoiar a autonomia humana e os ciclos de decisão humana, apoiar os estudantes a entender como os humanos podem interagir, de forma adequada, com a IA para melhorar as capacidades humanas. Orientar os estudantes na realização de debates com base em conflitos sobre os limites dinâmicos entre a autonomia humana e autonomia da IA, demonstrando situações em que pode ser necessário um determinado nível da autonomia de máquina (por exemplo, detecção de padrões médicos que são indetectáveis para médicos humanos no diagnóstico de doenças raras, verificação ortográfica automática e autocorreção em relatórios elaborados por seres humanos, legenda automática ou automatização da produção de vídeo no desenvolvimento de materiais de cursos, tradução automática de línguas etc.). Promover uma visão crítica de que, embora a autonomia humana deva ser mantida ao usar a IA para tomar decisões de alto risco, a relação entre a autonomia humana e a máquina em situações do mundo real deve ser analisada com base nas necessidades específicas e nos fatores contextuais envolvidos.</li> </ul>
	<b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b>
<p>(Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Visualização do conceito abstrato de autonomia humana ao longo do ciclo de vida da IA:</b> Pedir aos estudantes que desenhem mapas conceituais da autonomia humana nas principais etapas do ciclo de vida de ferramentas de IA selecionadas, abrangendo a propriedade de dados, o respeito à privacidade dos dados ao coletar e processar dados, a explicabilidade de algoritmos de IA e modelos de IA, a avaliação controlada por humanos de resultados de IA e a supervisão e determinação humana na tomada de decisões assistida por IA. Os mapas conceituais também devem refletir sobre as possíveis consequências de uma perda de autonomia humana em cada etapa, seja para o indivíduo ou para a sociedade.</li> </ul>	

<b>Mentalidade centrada no ser humano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Simulação de um debate judicial sobre a Lei de IA para avaliar as intenções dos criadores dos sistemas de IA que foram proibidos:</b> Com base em uma interpretação, adequada à idade, da definição de sistemas de IA proibidos pela Lei de IA da União Europeia, organizar os estudantes para que atuem como membros de um júri para avaliar uma seleção de exemplos de sistemas de IA que devem ser proibidos pela Lei de IA, deliberando sobre quais podem ter sido as intenções e motivações de seus criadores. Ajude os estudantes a entender como esses sistemas podem prejudicar os seres humanos, especialmente minando a autonomia humana – por exemplo, um sistema de IA pode implantar técnicas para enfraquecer a consciência de uma pessoa ou prejudicar propositalmente sua capacidade de tomar uma decisão informada.</li> <li>• <b>Compreensão a partir de cenários de interação com IA controlada por humanos:</b> Selecionar exemplos ou cenários em que as ferramentas de IA são usadas nos locais de trabalho ou na vida diária, denotando de qual forma elas e seus usuários humanos estão contribuindo para as tarefas-alvo. Incentivar os estudantes a reconhecer a contribuição que a IA pode fornecer em cenários em que as capacidades e a inteligência humanas podem ter limitações, sublinhando a importância de usar a IA para melhorar as capacidades humanas e, ao mesmo tempo, garantir o controle humano.</li> <li>• <b>Debate sobre o limite dinâmico entre a autonomia humana e a autonomia de máquina:</b> Com base em casos reais de dilemas relacionados à dependência dos seres humanos na autonomia de máquinas, incentivar os estudantes a conduzir um debate sobre os papéis, em constante mudança, que os seres humanos e a IA podem desempenhar nos processos de resolução de problemas e na tomada de decisão apoiados pela IA. Orientar o estudante a visualizar os limites abstratos entre a autonomia humana e a autonomia de máquina em diversos contextos.</li> </ul>
	<p><b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurações de aprendizagem “desconectadas”, como artigos em papel, materiais de leitura impressos e planilhas.</li> <li>• Ferramentas de IA disponíveis localmente, incluindo telefones celulares com aplicativos de IA.</li> <li>• Vídeos previamente baixados ou gravados e outros recursos relacionados a estudos de caso específicos, bem como cenários que apresentem um dilema.</li> <li>• Ferramentas de busca, vídeos <i>online</i> e cursos complementares de aprendizagem <i>online</i>.</li> </ul>

<b>Ética da IA</b>	<p><b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b></p>
	<p><b>4.1.2 Ética incorporada</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes sejam capazes de desenvolver uma compreensão básica das questões éticas em torno da IA e do impacto potencial da IA em direitos humanos, justiça social, inclusão, equidade e mudança climática, dentro do seu contexto local e no que diz respeito às suas vidas pessoais. Eles devem entender e internalizar os seguintes princípios éticos fundamentais e traduzi-los em suas práticas reflexivas e usos de ferramentas de IA em suas vidas e aprendizagens:</li> <li>• Não causar dano: Avaliar se a IA está em conformidade com as regulações e o seu risco de infringir os direitos humanos.</li> <li>• Proporcionalidade: Avaliar os benefícios da IA em relação a riscos e custos; avaliar a adequação ao contexto.</li> <li>• Não discriminação: Detectar vieses e promover a inclusão e a sustentabilidade (compreender os impactos ambientais e sociais da IA).</li> <li>• Supervisão e determinação humana: Enfatizar a autonomia e a responsabilidade humanas no uso da IA.</li> <li>• Transparência: Defender os direitos dos usuários de entender as operações e decisões da IA.</li> </ul>

<b>Ética da IA</b>	<b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.1.2.1 Ilustrar os dilemas em torno da IA e identificar as principais razões por trás dos conflitos éticos:</b> Com base em ferramentas concretas de IA, orientar os estudantes para tomar decisões em torno de dilemas que os criadores, independentes ou corporativos, precisam tomar em relação ao <i>design</i> e ao desenvolvimento da IA (por exemplo, aumentar a escala de coleta de dados <i>versus</i> proteger a propriedade dos dados, registrar dados privados de usuários para o treinamento de modelos de IA <i>versus</i> proteger sua privacidade, promover o controle da máquina para gerar lucro <i>versus</i> garantir a prioridade da autonomia humana, priorizar a segurança da IA <i>versus</i> acelerar a iteração da IA). Ajudar os estudantes a associar as perspectivas sobre esses dilemas com as razões por trás dos conflitos éticos em torno da IA.</li> <li>• <b>OC4.1.2.2 Facilitar o entendimento com base em cenários sobre os princípios éticos em torno da IA e suas implicações pessoais:</b> Ofertar aos estudantes oportunidades para discutir casos do mundo real apropriados à idade em torno dos seis princípios éticos fundamentais da IA: (1) “não causar danos”, (2) proporcionalidade, (3) não discriminação, (4) sustentabilidade, (5) supervisão e determinação humana e (6) transparência e explicabilidade. Oriente os estudantes a construir um marco referencial de conhecimentos sobre a ética da IA e praticá-los na avaliação das ferramentas de IA que estão sendo usadas em suas vidas e escolas.</li> <li>• <b>OC4.1.2.3 Orientar a reflexão incorporada e a internalização de princípios éticos sobre IA:</b> Orientar os estudantes a entender as implicações dos princípios éticos sobre IA para seus direitos humanos, privacidade de dados, segurança, autonomia humana, bem como para equidade, inclusão, justiça social e sustentabilidade ambiental. Orientar os estudantes a desenvolver uma compreensão incorporada dos princípios éticos e ofertar oportunidades para que reflitam sobre atitudes pessoais que podem ajudar a enfrentar os desafios éticos (por exemplo, defender interfaces inclusivas para ferramentas de IA, promover a inclusão na IA e reportar vieses discriminatórios encontrados nas ferramentas de IA).</li> </ul>
	<b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b> (Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Realização de estudos de caso sobre cenários em que existam controvérsias em torno da IA:</b> Apresentar cenários do mundo real ou simulados, apropriados à idade, e orientar os estudantes sobre as controvérsias que cercam as ferramentas de IA e seus usos. Discutir as principais razões por trás de tais conflitos éticos e ajudar os estudantes a elaborar infográficos ou mapas conceituais que ilustrem os princípios éticos fundamentais da IA.</li> <li>• <b>Reflexão individual ou em grupo sobre as implicações pessoais dos dilemas éticos:</b> Envolver os estudantes em discussões em grupos e na exposição de opiniões sobre dilemas éticos que podem surgir com o uso da IA na vida diária e na aprendizagem em contextos locais (por exemplo, se modelos de linguagem grande devem usar os dados das comunidades locais em seu treinamento ou não; até que ponto a IA tem um impacto ambiental negativo ou mitiga a mudança climática; o quanto os usuários devem abdicar de sua privacidade em troca de benefícios oferecidos por serviços de IA). Orientar os estudantes a expor suas opiniões por meio de formatos adequados à idade, como ensaios, pôsteres, desenhos ou <i>storyboards</i>.</li> <li>• <b>Pesquisa e validação de exemplos de “IA para o bem público”:</b> Organizar, de forma individual ou em grupo, o levantamento de exemplos de ferramentas de IA ou abordagens para o uso de IA que apoiem o bem público, incluindo a promoção da equidade e da inclusão para pessoas com deficiência, a preservação da diversidade linguística e cultural e o aumento da justiça social e da sustentabilidade ambiental. Orientar os estudantes a coletar evidências e discutir exemplos que realmente sirvam ao bem público; validar e categorizar esses exemplos.</li> </ul>
	<b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurações e materiais de aprendizagem “desconectados”, incluindo histórias impressas ou estudos de caso, planilhas e cartazes.</li> <li>• Ferramentas de IA disponíveis localmente, incluindo aquelas disponíveis por meio de aplicativos para celular.</li> <li>• Vídeos previamente baixados ou gravados e outros recursos relacionados a casos ou cenários específicos que apresentem um dilema.</li> <li>• Mecanismos de busca, vídeos <i>online</i> ou recursos relacionados a estudos de caso.</li> </ul>	

Técnicas e aplicações de IA	<b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b>
	<b>4.1.3 Fundamentos da IA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes desenvolvam conhecimentos básicos, compreensão e habilidades em IA, particularmente no que diz respeito a dados e algoritmos, e compreendam a importância do conhecimento fundamental interdisciplinar necessário para aprofundar, de forma gradual, seu entendimento sobre dados e algoritmos. Os estudantes também devem ser capazes de conectar o conhecimento conceitual sobre IA com suas atividades na sociedade e na vida cotidiana, concretizando uma mentalidade centrada no ser humano e em princípios éticos por meio de uma compreensão sobre como a IA funciona e como ela interage com os seres humanos.</li> </ul>
	<b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.1.3.1 Exemplificar a definição e o escopo da IA:</b> Com base em exemplos de ferramentas de IA (por exemplo, para reconhecimento facial, recomendações em redes sociais, análises de padrões de dados científicos, diagnósticos médicos, veículos autônomos e previsão do risco de inadimplência de empréstimos), ajudar os estudantes a compreender estudantes o que é e o que não é IA; orientar os estudantes a encontrar e compartilhar ferramentas exemplares nas principais categorias de tecnologias de IA e explicar suas principais funções e técnicas de maneira adequada à idade.</li> <li>• <b>OC4.1.3.2 Desenvolver o conhecimento conceitual sobre como a IA é treinada com base em dados e algoritmos:</b> Promover a abstração baseada em exemplos dos estudantes do conhecimento conceitual sobre como os modelos de aprendizado de máquina são treinados usando dados e algoritmos; ajudar os estudantes a desenvolver uma compreensão adequada à idade dos três tipos de algoritmos de IA – mais propriamente, a aprendizagem supervisionada, a aprendizagem não supervisionada e a aprendizagem por reforço. Isso deve incluir a forma como os dados por trás desses três tipos de algoritmos de IA são adquiridos e rotulados. Desmistificar as afirmações de que a IA automatizará a programação de algoritmos e que os seres humanos não precisam aprender sobre os algoritmos.</li> <li>• <b>OC4.1.3.3 Promover um pensamento de mente aberta sobre IA e uma base interdisciplinar para a IA:</b> Capacitar os estudantes a obter conhecimentos apropriados sobre métodos de IA e tópicos de pesquisa, como os usos de redes neurais artificiais e a diferença entre IA forte e IA fraca. Ofertar oportunidades de aprendizagem estendido sobre dados e algoritmos para estudantes que tenham grandes interesses e habilidades em IA. Orientar os estudantes a compreender a interação entre o conhecimento sobre IA e o conhecimento em STEM, línguas e estudos sociais, e incentivá-los a consolidar os conhecimentos interdisciplinares relacionados e as reflexões sobre o impacto recíproco da IA em assuntos relacionados.</li> <li>• <b>OC4.1.3.4 Concretizar abordagens centradas no ser humano na elaboração e no uso da IA:</b> Organizar reflexões sobre a IA, baseadas em ferramentas, para permitir que os estudantes compreendam seu impacto na vida, no trabalho e nas relações sociais. Destacar o papel dos seres humanos nas principais etapas do ciclo de vida da IA (por exemplo, pesquisadores, engenheiros de arquitetura, engenheiros de dados, profissionais de dados, testadores beta, reguladores de ética e segurança, especialistas em interfaces entre humanos e IA e auditores de conformidade do sistema). Orientar os estudantes para que tenham uma sólida familiaridade com as principais questões éticas relacionadas ao uso de dados para o treinamento de sistemas de IA.</li> </ul>
<b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b>	
(Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Definição e escopo que se baseiam em exemplos de IA:</b> Investigar e experimentar exemplos de ferramentas de IA (por exemplo, da área médica, usando aprendizagem supervisionada e classificação de imagens para diagnóstico de câncer, ou em contextos empresariais, usando processamento de linguagem natural e IA generativa para gerar atas automatizadas e compor revisões de literatura). Com base em exemplos selecionados, ajudar os estudantes a entender o que é e o que não é IA e as principais categorias de tecnologias de IA adotadas no cotidiano, bem como nas atividades econômicas e sociais. Orientar os estudantes a explorar as principais etapas do ciclo de vida da IA; quando apropriado, desenhar um diagrama dos ciclos de sistemas específicos de IA e rotular as principais técnicas de IA usadas.</li> </ul>	

<b>Técnicas e aplicações de IA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aprendizagem em espiral – de exemplos a conceitos abstratos e de conceitos a técnicas específicas:</b> Usar exemplos selecionados para orientar os estudantes a compreender como um modelo de aprendizado de máquina é treinado, incluindo as etapas de definição de problemas, coleta de dados, processamento de dados, treinamento, avaliação, implantação e iteração com base em testes e <i>feedback</i>. Apoiar os estudantes no desenvolvimento de conhecimentos (e, quando possível, de habilidades operacionais básicas) adequados à idade sobre o uso de técnicas de IA envolvendo conjuntos de dados, algoritmos, arquiteturas de IA, configuração de ambientes de computação, <i>design</i> de funcionalidades e interfaces e planejamento de cenários de implantação.</li> <li>• <b>Análise de caso de ferramentas e usos inovadores de IA:</b> Organizar os estudantes para procurar potenciais ferramentas inovadoras de IA e/ou usos inovadores da IA; orientar os estudantes a identificar as principais técnicas e categorias de IA usadas nessas aplicações. Incentivá-los a escrever uma redação ou a fazer uma apresentação oral sobre até que ponto essas tecnologias de IA podem ajudar os seres humanos a criar inovações em suas práticas pessoais e modelos econômicos ou de negócios, bem como em serviços sociais e/ou para mitigar os riscos que tecnologias específicas de IA podem representar para os princípios éticos e a autonomia humana.</li> <li>• <b>Solidificação de fundamentos multidisciplinares para IA, com foco específico em matemática:</b> Com base em palestras e pesquisas baseadas em problemas, ajudar os estudantes a entender que os sistemas modernos de IA têm como base a matemática, e que aprender sobre dados e algoritmos requer um forte domínio de matemática e de um conjunto de conhecimentos multidisciplinares. Incentivar as habilidades matemáticas e interdisciplinares essenciais dos estudantes para o desenvolvimento de IA, incluindo materiais relevantes sobre álgebra, probabilidade e estatística, estruturas de dados e algoritmos, como vizinho mais próximo do <i>k</i>, agrupamento de <i>k</i>-médias, regressão linear e CART/árvores de decisão. Cultivar o conhecimento de nível superior dos estudantes em álgebra linear para representação de dados complexos e matemática matricial, cálculo para retropropagação e descida de gradiente para entender a aprendizagem de máquina e as redes neurais. Ajudar os estudantes a solidificar e ampliar seus demais conhecimentos básicos multidisciplinares, especialmente em ciência, tecnologia e engenharia.</li> </ul>
	<p><b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurações e recursos de aprendizagem “desconectados”, incluindo livros didáticos, ensaios, planilhas e materiais impressos.</li> <li>• Vídeos <i>online</i> ou baixados e outras mídias apresentando inovações ou ferramentas de IA.</li> <li>• Ferramentas de IA disponíveis localmente, incluindo aplicativos básicos assistidos por IA instalados em <i>smartphones</i>.</li> <li>• Ferramentas de IA <i>online</i> – por exemplo, criadores de imagens e/ou vídeos, modelos de IA generativa e recomendações de vídeo nas redes sociais.</li> </ul>

<b>Projeto de sistemas de IA</b>	<p><b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b></p> <p><b>4.1.4 Escopo do problema</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes sejam capazes de entender a importância do “escopo de problemas de IA” como ponto de partida para a inovação em IA. Espera-se que eles sejam capazes de examinar se a IA deve ser usada em certas situações com base em perspectivas legais, éticas e lógicas; os estudantes devem ser capazes de definir limites, objetivos e restrições de um problema antes de tentar treinar um modelo de IA para resolvê-lo; espera-se também que os estudantes adquiram o conhecimento e as habilidades de planejamento de projetos necessários para conceituar e construir um sistema de IA, inclusive avaliando a adequação de diferentes técnicas de IA, definindo a necessidade de dados e elaborando métricas de teste e <i>feedback</i>.</li> </ul>
	<p><b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.1.4.1 Estimular habilidades de pensamento crítico sobre quando a IA não deve ser usada:</b> Com base em exemplos, orientar os estudantes a desenvolver habilidades de análise crítica para examinar as razões pelas quais a IA deve ou não ser usada para enfrentar certos desafios do mundo real (por exemplo, melhorar a produtividade institucional, o desenvolvimento sustentável das comunidades ou a precisão e a eficiência da tomada de decisão humana), levando em conta as implicações humanas e ambientais. Deixar claro sobre quando e em que condições a IA não pode e/ou não deve ser aplicada a problemas (por exemplo, casos em que soluções sem o uso de IA ofereceriam o mesmo desempenho com menor risco ético e impacto ambiental, ou situações nas quais o uso da IA enfraqueceria a consciência humana ou manipularia as ações humanas).</li> </ul>

Projeto de sistemas de IA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.1.4.2 Apoiar a aquisição e o reforço de habilidades no escopo de um problema a ser resolvido por um sistema de IA:</b> Com base em um projeto de simulação, apoiar a aprendizagem e a prática de habilidades para identificar e definir o escopo de um problema que deve e pode ser resolvido por meio da construção de um novo modelo de IA (por exemplo, treinar um modelo de IA em uma língua minoritária para melhor servir a sua comunidade ou construir um modelo para o acompanhamento automatizado da migração em determinadas regiões). Os estudantes podem aprimorar suas habilidades analíticas formulando declarações de problemas que podem ajudar a evitar o desperdício de tempo e de esforço em problemas mal definidos.</li> <li>• <b>OC4.1.4.3 Desenvolver habilidades para avaliar a necessidade de dados, algoritmos e recursos de computação dos sistemas de IA:</b> Ofertar oportunidades para os estudantes desenvolverem habilidades de planejamento, avaliando a necessidade de dados, algoritmos e linguagens de programação, <i>software</i>, recursos de computação e <i>hardware</i>; estudar a viabilidade de um projeto de IA em termos dos dados disponíveis, dadas as restrições regulatórias e éticas e os custos totais de processamento e engenharia de dados, recursos de computação e <i>hardware</i> necessários.</li> </ul>
	<p><b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b> (Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Simulação da revisão das propostas de projeto:</b> Organizar os estudantes para que simulem a revisão de uma proposta de projeto e o processo de justificativa. As propostas podem ser, por exemplo, sobre a construção ou a seleção de um sistema de IA. Realizar um debate sobre se a IA deve ou não ser usada no projeto para resolver o problema, considerando fatores como a disponibilidade de dados suficientes para treiná-la, implicações éticas, impacto ambiental, e se soluções sem o uso de IA poderiam alcançar resultados semelhantes com menos riscos. Orientar os estudantes a delinear uma <i>checklist</i> para a revisão.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Simulação do escopo do problema e justificativa para o projeto do novo sistema de IA:</b> Estimular os estudantes a pesquisar problemas em suas vidas diárias ou comunidades (por exemplo, na escola ou em locais onde realizam trabalho voluntário) e identificar um problema que poderia ser potencialmente solucionado com o uso de IA (por exemplo, regar automaticamente o jardim da escola ou ajudar um avô com deficiência auditiva a detectar alarmes). Apoiar os estudantes no escopo e na definição do problema, antecipando os principais recursos, incluindo algoritmos e conjuntos de dados de IA, e na produção de uma declaração de problema correspondente.</li> <li>• <b>Laboratório de pré-processamento de dados:</b> Usando um conjunto básico de dados e a arquitetura de um modelo de IA existente, organizar experimentos para treinar o modelo com base em variações do conjunto de dados (por exemplo, um desafio de classificar imagens misteriosas). Ajudar os estudantes na aplicação de várias técnicas de pré-processamento de dados, como ajustar a codificação (por exemplo, aumento de dados, tratamento de valores atípicos e análise de distorção/desequilíbrio do conjunto de dados). Auxiliá-los a treinar o modelo com base nos conjuntos de dados modificados e observar como o pré-processamento de dados afetou o desempenho do modelo.</li> </ul>
	<p><b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurações de aprendizagem “desconectadas”, incluindo planilhas, estudos de caso em papel e impressões de protótipos ou planos para o <i>design</i> do sistema de IA.</li> <li>• Dispositivos digitais conectados à internet.</li> <li>• Sistemas de IA <i>online</i> selecionados.</li> </ul>

## 4.2 Nível 2. Aplicar

O objetivo geral do nível *Aplicar* é que os estudantes construam uma estrutura de conhecimento conceitual sólida e transferível e conjuntos de habilidades associadas sobre IA, bem como habituem sua aplicação da mentalidade centrada no ser humano e dos princípios éticos para orientar a avaliação, a aprendizagem e a prática das ferramentas de IA. Os objetivos curriculares apresentados na Tabela 3 visam orientar o mapeamento de um conjunto central de orientações de valor, princípios éticos práticos e conhecimentos metodológicos que podem ser usados para adaptar os módulos curriculares e especificar

as competências de saída para todos os estudantes. Os métodos pedagógicos sugeridos destinam-se a catalisar a investigação baseada em problemas do conhecimento conceitual e a apreciação baseada em tarefas das habilidades operacionais, integrando estratégias para manter a curiosidade dos estudantes, para que façam um estudo mais aprofundado. Ofertar ambientes de aprendizagem desejáveis no nível *Aplicar* envolve as configurações de *hardware*, *software* e de aplicativos para dar suporte às práticas de operação e cocriação de IA, levando em consideração as opções de código aberto.

**Tabela 3. Blocos de competência para o nível 2 – Aplicar**

<b>Mentalidade centrada no ser humano</b>	<b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b>
	<b>4.2.1 Responsabilidade humana</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes reconheçam que as responsabilidades humanas são obrigações legais dos criadores e dos prestadores de serviços de IA e entendam quais responsabilidades humanas devem assumir durante o projeto e o uso da IA. Eles também devem promover a conscientização de que a responsabilidade humana é uma responsabilidade legal e social ao usar a IA para auxiliar decisões que afetam a humanidade e defender o princípio de que os seres humanos não devem ceder a determinação à IA ao tomar decisões de alto risco. Espera-se também que eles aprimorem seu julgamento e sua resiliência atitudinal frente a alegações ilusórias sobre o uso de resultados, bem como a previsões de que a IA pode usurpar a tomada de decisões humanas e o pensamento humanos.</li> </ul>
	<b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.2.1.1 Desenvolver uma visão de que a responsabilidade humana é uma obrigação legal dos criadores e dos prestadores de serviços de IA:</b> Aproveitando o conhecimento prévio sobre o ciclo de vida da IA conduzida por seres humanos e as ações judiciais do mundo real, orientar os estudantes a entender que os criadores humanos e os prestadores de serviços de IA, bem como as instituições que implementam ferramentas de IA, são responsáveis por questões legais, violações e infrações que o sistema ou o serviço de IA possa causar. Explicar como responsabilizar os criadores, provedores e usuários institucionais de IA por incidentes de segurança, riscos éticos no projeto e no treinamento de IA e usos indevidos do serviço de IA para controlar os usuários. Orientar os estudantes a entender quais responsabilidades humanas eles devem assumir ao aprender como criar ferramentas de IA ou elaborar sistemas de IA.</li> </ul>

- **OC4.2.1.2 Promover a compreensão de que a responsabilidade humana é uma responsabilidade legal e social ao usar a IA para tomar decisões sobre a humanidade:** Orientar os estudantes a analisar as capacidades das ferramentas de IA usadas para auxiliar a tomada de decisões. Questionar criticamente os recursos genuínos de determinadas ferramentas de IA e desmascarar exageros em torno da suposta capacidade da IA de tomar decisões. Ajudar os estudantes a avaliar as consequências do uso institucional da IA para tomar decisões sobre seres humanos em situações complexas, como traçar o perfil da aptidão dos estudantes para aproveitar mais oportunidades de aprendizagem ou determinar a empregabilidade dos candidatos em uma vaga de emprego. Liderar discussões sobre por qual motivo a responsabilidade humana no uso da IA é essencial para salvaguardar os direitos humanos e a dignidade humana. Estimular os estudantes a entender por que não devemos usar a IA para substituir os seres humanos na tomada de decisão de alto risco – por exemplo, para avaliar os valores, inferir as emoções ou prever as aptidões naturais de uma pessoa. Os algoritmos de IA não devem ser usados para atribuir pontuações aos estudantes (como aconteceu durante a COVID-19) ou tomar decisões sobre admissões em universidades.
- **OC4.2.1.3 Cultivar a atitude pessoal de que a responsabilidade humana requer competências pessoais para orientar o uso proposital da IA:** Orientar os estudantes a questionar como a automação das revisões de literatura, da escrita e da criação artística pode prejudicar os processos de pensamento humano e o desenvolvimento intelectual. Orientar os estudantes a discutir ações concretas que podem tomar para proteger a si mesmos e seus colegas do uso de resultados ou previsões de IA para usurpar o pensamento humano, as práticas intelectuais e o aprimoramento contínuo de suas capacidades.

#### MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS

(Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)

- **Elaboração de diretrizes sobre a responsabilidade humana para criadores e provedores de serviços de IA:** Estimular os estudantes a desempenhar os papéis de criadores de IA e proprietários de dados e discutir suas principais responsabilidades legais e éticas em termos de manter o controle humano na coleta e no processamento de dados, no treinamento de modelos de IA, no projeto de funcionalidades e interfaces, na implantação de sistemas de IA e nos ciclos de monitoramento e de *feedback*. Orientá-los a escrever diretrizes de autodisciplina para seus estudos sobre elaboração (*design*), treinamento e iteração de sistemas de IA, responsabilizando os criadores de IA pela proteção dos direitos dos proprietários de dados e dos usuários de IA.
- **Análise do impacto das decisões assistidas por IA nos seres humanos e as vias de reparação dentro das regulações de IA:** Pedir aos estudantes que encontrem exemplos em que as decisões sobre os seres humanos sejam determinadas ou muito influenciadas pela IA (por exemplo, um sistema de avaliação assistido por IA usado por um banco para aprovar ou negar um pedido de empréstimo estudantil ou um sistema de perfilamento usado por um hotel para prever o histórico socioeconômico de uma pessoa com base em sua localização e no dispositivo que estava usando quando fez a reserva). Orientar os estudantes a identificar as funções dos seres humanos e da IA nas principais etapas dos ciclos de decisão e verificar se a responsabilidade humana pelas decisões está em conformidade com as regulamentações locais ou internacionais aplicáveis (por exemplo, a Lei de IA da União Europeia).
- **Práticas baseadas em cenários de uso de IA com finalidade:** Envolver os estudantes em atividades em que eles usam ferramentas de IA com o propósito de praticar habilidades de escrita e promover sua aprendizagem baseada em pesquisa, pensamento de ordem superior e criatividade. Fazer com que os estudantes discutam sobre como o uso de IA sem responsabilidade humana (por exemplo, ao entregar uma redação produzida por IA) pode reduzir o desenvolvimento intelectual humano. Incentivá-los a delinear ações concretas para proteger a si mesmos e seus colegas do uso de resultados ou previsões de IA para usurpar os processos de pensamento e dar-lhes uma visão das competências necessárias para que estudantes orientem o uso da IA para o desenvolvimento da capacidade humana.

<b>Mentalidade centrada no ser humano</b>	<b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser ofertadas e adaptadas)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurações e recursos de aprendizagem desconectados e/ou <i>offline</i>, incluindo estudos de caso com base em impressão, roteiros de dramatização, vídeos, planilhas e <i>flipcharts</i>.</li> <li>• Ferramentas de IA <i>online</i> – por exemplo, sistemas de gestão de aprendizagem, plataformas de redes sociais e plataformas de IA generativa.</li> </ul>

<b>Ética da IA</b>	<b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b>
	<b>4.2.2 Uso seguro e responsável</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes sejam capazes de realizar práticas responsáveis de IA em conformidade com os princípios éticos e as regulações aplicáveis localmente. Espera-se que eles estejam conscientes dos riscos de ferir a privacidade dos dados e tomem medidas para garantir que seus dados sejam coletados, usados, compartilhados, arquivados e excluídos apenas com seu consentimento consciente. Espera-se também que eles estejam cientes dos incidentes típicos de IA, bem como dos riscos específicos de certos sistemas de IA, e sejam capazes de proteger sua própria segurança e a de seus colegas ao usar IA.</li> </ul>
	<b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.2.2.1 Promover a autoconsciência e o cumprimento habitual dos princípios éticos para o uso responsável da IA:</b> Ilustrar os princípios éticos ou artigos regulatórios relativos ao uso responsável da IA, com base em ferramentas concretas de IA e cenários de uso do mundo real. Ajudar os estudantes a construir e atualizar iterativamente uma <i>checklist</i> de princípios éticos para garantir suas próprias práticas legais e responsáveis ao se envolver com sistemas de IA. Orientar os estudantes a praticarem e a se habituarem com o cumprimento desses princípios, como proteger dados pessoais e privacidade, respeitar direitos autorais, evidenciar onde aparece o conteúdo gerado por IA e evitar entradas ou interações em sistemas de IA que envolvam desinformação, informações falsas, discursos de ódio ou detalhes confidenciais sobre indivíduos identificáveis.</li> <li>• <b>OC4.2.2.2 Ofertar oportunidades para reforçar a autodisciplina no uso responsável da IA:</b> Proporcionar aos estudantes oportunidades de obter uma compreensão adequada à idade de suas responsabilidades pessoais, legais e éticas ao usar IA, enfatizar as consequências da violação de regulamentos, bem como construir e reforçar comportamentos autodisciplinados, especialmente no que diz respeito a dados pessoais confidenciais, materiais protegidos por direitos autorais, imagens que descrevem pessoas identificáveis, conteúdo gerado por IA ou sintetizado digitalmente e a disseminação de informações falsas, desinformação e discursos de ódio.</li> <li>• <b>OC4.2.2.3 Aprofundar o conhecimento prático sobre o uso seguro da IA e a conscientização sobre as regulações aplicáveis localmente:</b> Instruir os estudantes a categorizar os riscos gerais de segurança da IA, os potenciais riscos de segurança de ferramentas específicas de IA e os incidentes típicos envolvendo IA. Orientar os estudantes a aprofundar seus conhecimentos sobre os direitos humanos relacionados à proteção e à privacidade de dados e sobre as responsabilidades legais dos criadores de IA de coletar dados com consentimento, bem como guiá-los a praticar estratégias para garantir que seus dados pessoais sejam coletados, usados, compartilhados, arquivados e excluídos somente com seu consentimento informado. Expor os estudantes a cenários simulados que contenham incidentes típicos envolvendo IA, para que possam praticar estratégias de precaução e interativas para o uso seguro da IA e se familiarizar com as regulamentações que podem proteger sua segurança ou atenuar os impactos negativos dos incidentes relacionados à IA.</li> </ul>
--

<b>Ética da IA</b>	<b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b> (Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Projeto de um “kit de ética” para o uso autodisciplinado e responsável da IA:</b> Projetar cenários simulados contendo potenciais conflitos éticos (por exemplo, compartilhar dados privados ou conteúdo protegido ao conversar com sistemas de IA, colocar conteúdo gerado por IA em uma tarefa escolar, criar um vídeo usando imagens de outras pessoas ou distribuir desinformação, informações falsas ou discursos de ódio). Organizar a elaboração de um “kit de ética” que os usuários precisam verificar habitualmente ao usar IA, incluindo artigos extraídos de regulações aplicáveis localmente e responsabilidades pessoais no uso legal e eticamente adequado de ferramentas de IA. Orientar os estudantes a praticar a conformidade com os princípios ao usar a IA sem supervisão.</li> <li>• <b>Simulação de incidentes típicos de IA e gerenciamento de riscos:</b> Expor os estudantes a incidentes simulados de IA que prejudiquem diretamente os seres humanos ou riscos de IA que ameacem causar danos. Familiarizá-los com estratégias preventivas e interativas para garantir que seus dados pessoais sejam coletados, usados, compartilhados, arquivados e excluídos apenas mediante o seu consentimento informado. Sugerir dicas para o uso seguro da IA e promover a conscientização sobre as regulações que podem proteger sua privacidade e seu bem-estar e/ou atenuar os impactos negativos no caso de incidentes com IA.</li> <li>• <b>Revisões, por parte dos usuários, das políticas dos criadores de IA sobre a privacidade de dados:</b> Incentivar os estudantes a pesquisar e baixar exemplos de políticas de privacidade de dados dos criadores de IA. Orientá-los a aproveitar seus conhecimentos sobre os direitos dos proprietários de dados e as responsabilidades legais dos criadores de IA para verificar se as políticas estão em conformidade com as regulações relevantes. Quando descobrirem uma violação, pedir para que elaborem uma denúncia aos órgãos reguladores e/ou uma recomendação para que o criador da IA aprimore a conformidade de suas políticas e práticas.</li> <li>• <b>Debates sobre a propriedade do conteúdo gerado por IA e os resultados das interações entre seres humanos e IA:</b> Organizar um debate para desencadear as reflexões dos estudantes em torno da propriedade dos conteúdos que foram criados usando IA. Examinar a disponibilidade e a aplicabilidade das regulamentações sobre o reconhecimento de direitos autorais para conteúdo e recursos gerados por IA e como as regulamentações relevantes reconhecem o trabalho intelectual que integra diferentes extensões de conteúdo gerado por IA.</li> </ul>
	<b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurações e recursos de aprendizagem “desconectados”, incluindo planilhas em papel, cartazes e listas de verificação de princípios éticos.</li> <li>• Políticas de privacidade e regulamentos de IA previamente baixados, e exemplos de casos legais ou éticos relacionados à segurança da IA, privacidade de dados e formas de consentimento.</li> <li>• Ferramentas de IA disponíveis localmente, incluindo aplicativos para <i>smartphones</i></li> <li>• Ferramentas de IA <i>online</i>, especialmente plataformas que contêm algoritmos de recomendação e geradores de conteúdo.</li> </ul>
<b>Técnicas e aplicações de IA</b>	<b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b>
	<b>4.2.3 Habilidades de aplicação</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes sejam capazes de construir uma estrutura de conhecimento adequada à idade sobre dados, algoritmos e programação de IA e adquirir habilidades de aplicação transferíveis. Espera-se que os estudantes sejam capazes de avaliar criticamente e aproveitar ferramentas de IA gratuitas e/ou de código aberto, bibliotecas de programação e conjuntos de dados.</li> </ul>
	<b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.2.3.1 Ofertar oportunidades para fortalecer o conhecimento e as habilidades em modelagem, engenharia e análise de dados:</b> Providenciar aos estudantes oportunidades de aprendizagem baseadas em tarefas para adquirir conhecimentos e habilidades apropriados à idade em conjuntos de dados, incluindo a aplicação de ferramentas ou linguagens de programação apropriadas à idade para adquirir, limpar e transformar dados em um formato adequado para armazenamento, processamento e análise de bancos de dados (por exemplo, SQL, NoSQL, SparkSQL ou Apache Flink).</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.2.3.2 Fornecer oportunidades para adquirirem habilidades técnicas adequadas à idade em programação de IA:</b> Dar exemplos de sistemas de IA que usam diferentes categorias de algoritmos de IA para fundamentar a compreensão apropriada à idade dos estudantes sobre algoritmos de IA, incluindo aprendizagem supervisionada, aprendizagem não supervisionada e aprendizagem por reforço. Isso deve incluir a forma como esses sistemas coletam e processam dados, como são treinados, como funcionam e os tipos concretos de algoritmo que fundamentam essas categorias. Quando apropriado, fornecer aos estudantes oportunidades de aprendizagem baseadas em tarefas para promover conhecimentos metodológicos sobre algoritmos de IA selecionados.</li> <li>• <b>OC4.2.3.3 Incentivar os estudantes a desenvolver habilidades analíticas e de síntese para explorar conjuntos de dados de código aberto e ferramentas de IA:</b> Organizar uma aprendizagem baseada em problemas para facilitar a aquisição de habilidades dos estudantes de avaliarem criticamente e explorarem conjuntos de dados de IA de código aberto (por exemplo, MNIST,<sup>5</sup> Cifar<sup>6</sup> ou ImageNet)<sup>7</sup> e ferramentas de bibliotecas de algoritmos de IA gratuitas e/ou de código aberto (por exemplo, Teachable Machine,<sup>8</sup> PyTorch<sup>9</sup> ou Keras)<sup>10</sup> para realizar tarefas autênticas. Com base em variações de problemas, oriente os estudantes a praticar e aprimorar a transferibilidade de seus conhecimentos e habilidades sobre dados e algoritmos em contextos complexos.</li> </ul>
Técnicas e aplicações de IA	<p><b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b> (Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Laboratório de tendências de dados:</b> Fornecer aos estudantes conjuntos de dados amostrais com e sem valores atípicos, orientar os estudantes a realizar experiências práticas sobre como os valores atípicos afetam o modelo (por exemplo, em exemplos de regressão ou agrupamento). Para a classificação de imagens, pedir aos estudantes que realizem um experimento sobre como o desbalanceamento de classe (por exemplo, nos casos em que houver significativamente mais dados em uma classe do que na outra) afeta o desempenho do modelo por classe. Orientar os estudantes a adquirirem habilidades adequadas à idade em engenharia de dados para eliminar vieses identificáveis e comparar os resultados.</li> <li>• <b>Cursos modulares opcionais personalizados em vários algoritmos de IA para apoiar a aprendizagem baseada em coorte:</b> Personalizar conjuntos de dados de IA gratuitos e/ou de código aberto e bibliotecas de algoritmos de IA de acordo com a idade e o conhecimento prévio dos estudantes-alvo. Desenvolver cursos modulares opcionais sobre vários algoritmos de IA e apoiar coortes de estudantes a escolher os cursos que se alinham aos seus interesses, para adquirir conhecimentos metodológicos e habilidades na aplicação de algoritmos de IA.</li> <li>• <b>Hackathons de IA com base em variações de tarefas autênticas:</b> Reservar uma quantidade significativa de horas de aprendizagem contínua para desafiar os estudantes interessados a realizar <i>hackathons</i> com base em tarefas. Projetar uma série de tarefas com variações para permitir que os estudantes pratiquem suas habilidades transferíveis de programação de IA.</li> <li>• <b>Contestação das afirmações de que a IA automatizará a codificação e que os estudantes humanos não precisam aprender a programar com IA:</b> Incentivar a pesquisa dos estudantes sobre os conhecimentos e as habilidades profissionais exigidos para a criação e iteração de sistemas de IA, especialmente o conhecimento metodológico básico necessário para explorar algoritmos e métodos de IA mais centrados no ser humano e inovadores. Desafiar os estudantes a contemplar como o uso da IA para substituir as habilidades de programação dos seres humanos levará menos pessoas a adquirir essas habilidades fundamentais e exacerbará a desigualdade entre aqueles com e sem conhecimento relacionado à IA.</li> </ul>

5 Ver <https://web.archive.org/web/20240213122836/http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>.

6 Ver <https://www.cs.toronto.edu/%7Ekriz/cifar.html>.

7 Ver <https://www.image-net.org/index.php>.

8 Ver <https://teachablemachine.withgoogle.com>.

9 Ver <https://pytorch.org>.

10 Ver <https://keras.io>

<b>Técnicas e aplicações de IA</b>	<b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Computadores com conexão à internet.</li> <li>• Amostras baseadas em computador de conjuntos de dados ou conjuntos de dados públicos acessíveis localmente.</li> <li>• Aplicativos que se baseiam em computador para programação de IA ou bibliotecas de programação de IA de código aberto <i>online</i> acessíveis localmente.</li> <li>• Ferramentas de IA <i>online</i> baseadas em computador ou acessíveis localmente.</li> </ul>
<b>Projeto de sistemas de IA</b>	<b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b>
	<b>4.2.4 Projeto de arquitetura</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes sejam capazes de cultivar conhecimentos metodológicos básicos e habilidades técnicas para configurar uma arquitetura escalável, sustentável e reutilizável para um sistema de IA que inclua camadas de dados, algoritmos, modelos e interfaces de aplicativos. Espera-se que os estudantes desenvolvam as habilidades interdisciplinares necessárias para explorar conjuntos de dados, ferramentas de programação e recursos computacionais para construir um protótipo de sistema de IA. Também é esperado que eles apliquem valores aprofundados centrados no ser humano e princípios éticos em sua configuração, construção e otimização.</li> </ul>
	<b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.2.4.1 Apoiar a aquisição de conhecimento metodológico e habilidades técnicas em arquitetura de IA:</b> Incentivar os estudantes a adquirir e praticar o pensamento voltado à engenharia e às habilidades operacionais necessárias para avaliar uma variedade de arquiteturas de IA, com o objetivo de escolher uma solução apropriada com base em uma declaração de problema definida, considerando opções de código aberto. Fornecer oportunidades de aprendizagem baseadas em projetos para apoiar a aquisição de conhecimento metodológico sobre a configuração de um protótipo de arquitetura de IA que englobe uma estrutura de dados não enviesada, um modelo de IA eficiente em termos de energia para minimizar o impacto ambiental negativo, um <i>design</i> de desempenho e serviços centrado no ser humano e métricas para testar e aperfeiçoar a maturidade da configuração.</li> <li>• <b>OC4.2.4.2 Apoiar a preparação de habilidades técnicas avançadas e competências de gerenciamento de projetos necessárias para a construção do sistema de IA:</b> Ofertar oportunidades de aprendizagem baseada em projetos para que os estudantes possam adquirir e aplicar as habilidades técnicas interdisciplinares exigidas pela construção de um protótipo de sistema de IA projetado para uma tarefa específica simples (por exemplo, um <i>chatbot</i> que imite as respostas de um professor experiente). Explorar o aproveitamento e a normalização de conjuntos de dados, a montagem de recursos computacionais virtuais e a seleção e aprimoramentos de modelos de IA (por exemplo, otimização de hiperparâmetros). Orientar os estudantes a simular o treinamento de um modelo de aprendizagem de máquina, incluindo o uso prático de recursos computacionais e a chamada de dados para treinar os modelos com base nos conjuntos de dados selecionados e pré-processados. Criar e organizar oportunidades para que os estudantes adquiram habilidades de gerenciamento de projetos, incluindo equilibrar o escopo dos sistemas de IA com os recursos disponíveis, coordenar a divisão e o compartilhamento de responsabilidades e avaliar e utilizar com pensamento crítico os recursos de IA.</li> </ul>
<b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b> (Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Simulação da avaliação de marcos de ação e componentes para a configuração arquitetônica de IA:</b> Com base na declaração do problema e no estudo de viabilidade, incentivar os estudantes a avaliar uma variedade de marcos referenciais para arquiteturas de IA (por exemplo, TensorFlow, PyTorch ou Scikit-learn). Simular a avaliação e a seleção de soluções para os componentes da arquitetura (por exemplo, camada de dados, camada de algoritmo, camada de modelo de IA e camada de interface) com base no marco referencial selecionado. Configurar uma arquitetura de protótipo que englobe os conjuntos de dados necessários, as ferramentas de algoritmo, o modelo de IA e seus recursos computacionais necessários, o <i>design</i> das principais funcionalidades e a interface e os planos de implantação. Orientar os estudantes a comunicar a configuração por meio de abstrações como fluxogramas, diagramas ou pseudocódigo.</li> </ul>	

<b>Projeto de sistemas de IA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Simulação da exploração de recursos para construir um sistema de IA:</b> Incentive os estudantes a construir um sistema de IA simulado com base em dispositivos de computação hospedados localmente ou em plataformas de computação em nuvem acessíveis localmente (por exemplo, Hadoop ou Spark), bem como em sistemas operacionais (por exemplo, GNU) e <i>softwares</i> necessários para treinar os modelos de aprendizagem de máquina. Orientar os estudantes a realizar <i>trade-offs</i> entre as necessidades de custo e a capacidade computacional, bem como entre a robustez dos modelos de IA e seu impacto ambiental, visando otimizar a eficiência e minimizar o desperdício de recursos computacionais. Simular o aprimoramento da arquitetura, incluindo a otimização de hiperparâmetros e/ou o ajuste fino de modelos de IA existentes para resolver problemas simples (por exemplo, transferir aprendizagem de um modelo preexistente ou aplicar novas redes neurais ou modificações não triviais aos modelos fundamentais). Praticar usando recursos computacionais e dados de chamada de funções para treinar modelos de aprendizado de máquina com base nos conjuntos de dados selecionados e pré-processados.</li> </ul>
	<p><b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vídeos e métricas mostrando como realizar avaliações éticas e técnicas dos modelos de IA.</li> <li>• Exemplos <i>online</i> de sistemas de IA que se baseiam em computador ou acessíveis localmente.</li> <li>• Amostras baseadas em computador de conjuntos de dados ou conjuntos de dados públicos acessíveis localmente.</li> <li>• Aplicativos que se baseiam em computador para programação de IA ou bibliotecas de programação de IA de código aberto <i>online</i> acessíveis localmente.</li> <li>• Computação em nuvem hospedada localmente ou de código aberto e outros recursos compartilhados por instituições por meio de plataformas em nuvem.</li> </ul>

### 4.3 Nível 3. Criar

O objetivo geral do nível *Criar* é desafiar e capacitar os estudantes a desenvolver competências avançadas para configurar soluções de IA ou criar novas ferramentas de IA com base em conjuntos de dados customizáveis, ferramentas de programação ou modelos de IA, considerando as opções de código aberto. Os estudantes também devem ser apoiados, a fim de reforçar o seu sentimento de pertencimento a uma comunidade mais ampla de cocriadores de IA e de melhorar seu envolvimento intelectual com as responsabilidades sociais necessárias para serem cidadãos em sociedades de IA. Os objetivos curriculares apresentados na Tabela 4 visam inspirar o delineamento de um conjunto de competências de alto nível compostas por conhecimentos metodológicos avançados sobre IA, habilidades de engenharia para o projeto de sistemas de IA e adaptabilidade

em conformidade com as responsabilidades sociais pessoais e corporativas que devem ser levadas em conta ao criar e testar sistemas de IA. As abordagens pedagógicas e os métodos sugeridos foram elaborados para ajudar a resolver problemas mal estruturados e estimular o pensamento de ordem superior, inclusive por meio de aprendizagem baseada em projetos, exploração baseada em problemas de conhecimento metodológico e avaliações éticas multifacetadas. Os ambientes de aprendizagem sugeridos apresentam recomendações sobre a configuração de conjuntos de dados, ferramentas de programação de IA e dispositivos computacionais necessários para apoiar a aprendizagem complexa, considerando o compartilhamento de recursos de IA e alavancando com pensamento crítico as opções de código aberto.

**Tabela 4. Blocos de competência para o nível 3 -- Criar**

Mentalidade centrada no ser humano	<b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b>
	<p><b>4.3.1 Cidadania da sociedade de IA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes sejam capazes de construir visões críticas sobre o impacto da IA nas sociedades humanas e ampliar seus valores centrados no ser humano para promover a elaboração e o uso da IA para o desenvolvimento inclusivo e sustentável. Eles devem ser capazes de solidificar seus valores cívicos e o seu senso de responsabilidade social como cidadãos em uma sociedade de IA. Espera-se também que os estudantes sejam capazes de reforçar suas atitudes, tendo uma mente aberta e demonstrando curiosidade ao longo da vida sobre como aprender e utilizar a IA para apoiar a autorrealização na era da IA.</li> </ul>
	<b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.3.1.1 Promover a conscientização sobre como ser um cidadão crítico de IA:</b> Capacitar os estudantes a obter <i>insights</i> que se baseiam em evidências para entender a adoção generalizada da IA como uma infraestrutura de apoio às atividades sociais nas sociedades humanas. Promover a sua consciencialização e os pontos de vista críticos sobre os desafios que as sociedades humanas enfrentam, tais como: priorizar a aceleração da inovação em IA sacrificando a segurança e a inclusão, ou colocar a segurança em primeiro lugar e o acesso inclusivo à IA? Desenvolver as habilidades dos estudantes em avaliar com pensamento crítico os vieses amplificados pela IA contra mulheres, grupos étnicos marginalizados e pessoas socioeconomicamente desfavorecidas, bem como os efeitos da IA nas relações, normas e estruturas sociais. Ajudar a identificar as razões por trás do profundo impacto da IA nas sociedades e avaliar como as normas legais, éticas e sociais devem ser adaptadas para responder aos desafios.</li> <li>• <b>OC4.3.1.2 Cultivar responsabilidades pessoais e sociais nas sociedades de IA:</b> Incentivar os estudantes a compartilhar suas opiniões sobre como seriam as sociedades desejáveis de IA e delinear as principais responsabilidades e obrigações que os cidadãos precisam assumir para construir uma sociedade de IA inclusiva, sustentável e justa, a partir das perspectivas de usuários e <i>designers</i> de IA. Apoiar os estudantes a aprimorar continuamente suas responsabilidades pessoais como cidadãos da sociedade de IA. Desafiar os estudantes a analisar os problemas enfrentados na defesa de princípios éticos para o <i>design</i> e o uso da IA em situações autênticas complexas, com o objetivo de reforçar a resiliência de sua mentalidade centrada no ser humano.</li> <li>• <b>OC4.3.1.3 Cultivar o senso de autorrealização como cidadãos de IA e a atitude voltada à aprendizagem contínua em relação à IA:</b> Orientar os estudantes a analisar, de forma dinâmica, o impacto da adoção da IA em todos os setores e os conjuntos de competências exigidas para viver e trabalhar em uma sociedade de IA. Refletir sobre os objetivos pessoais em uma sociedade na qual o uso de IA é generalizado e avaliar o papel da IA em relação à autorrealização. Apoiar os estudantes na construção de uma atitude adaptativa e persistente em relação ao estudo sobre IA ao longo da vida para apoiar a sua autorrealização e contribuição pessoal ao desenvolvimento sustentável das sociedades.</li> </ul>
	<b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b> (Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Estudos de caso sobre conflitos entre uma sociedade de IA inclusiva e justa e as ameaças que a IA representa para a inclusão, a justiça e a sustentabilidade:</b> Organizar estudos de caso ou aprendizagem baseada em projetos sobre os conflitos recorrentes em relação a uma sociedade de IA inclusiva e justa contra os riscos que a IA representa para os valores centrados no ser humano. Organizar uma discussão sobre o que se entende por sociedades sustentáveis, inclusivas e justas. Pedir aos estudantes que analisem casos em que a IA foi incorporada de forma generalizada na infraestrutura das sociedades e que questionem como a IA pode amplificar vieses, ampliar a desigualdade econômica e social, minar a autonomia humana e agravar a mudança climática. Desafiar os estudantes a tomar e defender posições sobre como as tecnologias de IA existentes podem ser regulamentadas e como o <i>design</i> das próximas gerações de IA pode ser orientado de forma a contribuir positivamente para a construção de sociedades inclusivas e justas.</li> </ul>	

Mentalidade centrada no ser humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Investigação sobre as responsabilidades sociais pessoais de ser um cidadão da sociedade de IA:</b> Organizar discussões em grupo com os estudantes sobre os direitos dos cidadãos em uma sociedade com IA e, em conjunto, descrever as principais obrigações e responsabilidades que os cidadãos devem assumir, levando em consideração os contextos mundiais e locais, bem como as perspectivas de inclusão, equidade, justiça social, propósitos centrados no ser humano e impactos no meio ambiente e nos ecossistemas. Isso inclui garantir que os seres humanos tenham controle e responsabilidade sobre todas as principais etapas do ciclo de vida da IA. Permitir que os estudantes realizem e compartilhem suas autorreflexões sobre as responsabilidades sociais pessoais em uma sociedade com IA.</li> <li>• <b>Estudos de caso sobre autorrealização em sociedades de IA e suas implicações para a aprendizagem ao longo da vida:</b> Organizar estudos de caso para os estudantes sobre a adoção da IA no trabalho, na vida e nas práticas sociais, e desafiar-los a avaliar as implicações da adoção da IA para os seus objetivos pessoais, desenvolvimento de carreira e autorrealização. Orientar os estudantes a construir uma atitude adaptativa e curiosa em relação ao estudo e ao uso de IA ao longo da vida, para apoiar sua autorrealização e contribuição pessoal para o desenvolvimento sustentável das sociedades.</li> </ul>
	<p><b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurações e recursos de aprendizagem “desconectados”, incluindo planilhas, <i>flipcharts</i>, relatórios ou vídeos sobre empregos e desenvolvimento de carreira em sociedades de IA, bem como estudos de caso analíticos impressos sobre as implicações sociais e o impacto ambiental da IA.</li> <li>• Sistemas de IA <i>online</i> ou ferramentas de IA disponíveis localmente para testes experimentais e analíticos, incluindo aplicativos em <i>smartphones</i> que fornecem assistentes pessoais, <i>chatbots</i> e sistemas inteligentes de tutoria.</li> </ul>

Ética da IA	<p><b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b></p> <p><b>4.3.2 Ética desde a concepção</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes sejam capazes de adotar uma abordagem ética desde a concepção para o projeto, a avaliação e o uso de ferramentas de IA, bem como para a revisão e a adaptação das regulações de IA. Espera-se que os estudantes estejam cientes de que a avaliação e a ratificação da intenção do projeto de IA devem começar na fase de conceituação e abranger todas as etapas do ciclo de vida da IA. O estudante deve ser capaz de aplicar parâmetros para avaliar a conformidade de uma ferramenta de IA com as regulações éticas e usar uma matriz ética que considere todas as partes interessadas relevantes para revisar as regulações de IA e fundamentar a adaptação.</li> </ul>
	<p><b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.3.2.1 Aumentar a conscientização e a compreensão sobre a “ética desde a concepção”:</b> Fornecer oportunidades de aprendizagem baseadas em conflitos para que os estudantes possam aplicar um conjunto integral de princípios éticos ao longo do ciclo de vida do projeto e da criação de IA. Orientar os estudantes para que avaliem a adequação ética das ferramentas de IA quando estiverem na fase de conceituação, das medidas para prevenir vieses na coleta e engenharia de dados, dos métodos livres de discriminação para o treinamento da aprendizagem de máquina, dos “guarda-corpos” centrados no ser humano para gerar resultados de IA e dos testes e auditorias inclusivos de ferramentas de IA.</li> <li>• <b>OC4.3.2.2 Desenvolver uma atitude crítica em relação aos princípios de “ética desde a concepção” por trás dos sistemas e algoritmos de IA existentes:</b> Proporcionar aos estudantes oportunidades de adotar uma abordagem abrangente para aplicar princípios e regulações à avaliação da “ética desde a concepção” de determinados sistemas ou ferramentas de IA. Desenvolver suas habilidades de pensamento crítico, solicitando que proponham recomendações aos criadores de sistemas de IA para remediar quaisquer violações identificadas de princípios ou regulações éticas e mitigar quaisquer danos que suas ferramentas de IA tenham causado.</li> </ul>

<b>Ética da IA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.3.2.3 Cultivar responsabilidades sociais para defender a “ética desde a concepção” nas regulações sobre IA:</b> Com base nas regulações de IA selecionadas, orientar os estudantes para que avaliem de que forma eles estão alinhados à abordagem ética desde a concepção e até que ponto as medidas correspondentes são suficientes para monitorar e regular os riscos éticos recorrentes incorporados em algoritmos e sistemas de IA. Aprimorar a conscientização e as habilidades dos estudantes na realização de suas responsabilidades sociais, orientando-os a recomendar modificações nas regulações locais existentes ou elaborar propostas sobre o desenvolvimento de regulações para governar a ética desde a concepção em suas comunidades.</li> </ul>
	<p><b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b> (Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Simulação da devida diligência de um “diretor de ética” em uma equipe de desenvolvimento de IA:</b> Elaborar práticas de aprendizagem baseadas em projetos, pedir aos estudantes que simulem estar no papel de um diretor de ética de uma empresa de IA, o que inclui elaborar uma lista de verificação de critérios éticos para auditar as principais etapas do projeto de sistema de IA e definir os principais procedimentos da devida diligência a serem seguidos ao supervisionar a segurança e a ética do sistema de IA que está sendo projetado por uma equipe ou empresa.</li> <li>• <b>Simulação do uso de um “rótulo de ética” para auditar ferramentas ou algoritmos de IA selecionados:</b> Organizar os estudantes para realizar uma auditoria simulada da “ética desde a concepção” em ferramentas ou sistemas de IA selecionados. Fornecer palestras sobre o tema e estimular os estudantes a pesquisar rótulos de ética para sistemas de IA (um rótulo de ética para sistemas de IA é análogo a um rótulo nutricional para itens alimentares). Orientar os estudantes a construir ou adaptar um rótulo de ética para auditar a intenção dos <i>designers</i> de sistemas e serviços de IA selecionados, incluindo a coleta de informações para além de suas declarações publicadas (por exemplo, os criadores de uma plataforma de recomendação de compras afirmam que sua intenção é ajudar os clientes a encontrar os produtos mais apropriados, enquanto o propósito oculto pode ser tornar os usuários dependentes ou viciados em usar a plataforma). Escrever relatórios sobre as conclusões da auditoria.</li> <li>• <b>Simulação do uso de uma matriz de ética para revisar as regulações sobre IA e sugerir adaptações:</b> Convidar os estudantes a pesquisar uma matriz de ética para envolver as partes interessadas relevantes nas regulações sobre IA. Apoiá-los na construção de uma matriz de ética adaptativa, com os princípios éticos fundamentais formando as colunas e as partes interessadas relevantes constituindo as linhas (por exemplo, criadores de IA, reguladores, implementadores institucionais e usuários individuais). Os estudantes podem aplicar sua matriz para analisar artigos relevantes de uma regulação selecionada e elaborar relatórios ou revisões, incluindo recomendações para adaptar ou iterar as regulações. Quando as regulações locais não estiverem disponíveis, escrever uma proposta sobre a criação de uma nova regulação de IA, com um esboço de artigos, para as partes interessadas relevantes.</li> </ul>
	<p><b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Configurações e recursos de aprendizagem “desconectados”, incluindo planilhas, <i>flipcharts</i> e exemplos impressos de verificações e relatórios da devida diligência, rótulos e matrizes de ética, políticas de privacidade de criadores de IA e regulações sobre IA.</li> <li>• Ferramentas de IA disponíveis localmente, incluindo aplicativos para <i>smartphones</i>.</li> <li>• Sistemas de IA <i>online</i> para análise ética.</li> <li>• <i>Sites</i> que compartilham regulamentos sobre IA e ações ou processos judiciais.</li> </ul>

Técnicas e aplicações de IA	<b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b>
	<b>4.3.3 Criação de ferramentas de IA</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes sejam capazes de aprofundar e aplicar conhecimentos e habilidades em dados e algoritmos para personalizar os conjuntos de ferramentas de IA existentes para criar ferramentas de IA baseadas em tarefas. Espera-se que os estudantes integrem sua mentalidade centrada no ser humano e considerações éticas na avaliação dos recursos de IA existentes e no teste de ferramentas de IA criadas por eles mesmos. Espera-se também que eles promovam as habilidades sociais e emocionais necessárias para se envolverem na criação com IA, incluindo adaptabilidade e habilidades complexas de comunicação e trabalho em equipe.</li> </ul>
	<b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.3.3.1 Desafiar e possibilitar a aquisição de habilidades avançadas para o desenvolvimento de ferramentas de IA baseadas em tarefas:</b> Fornecer oportunidades de aprendizagem baseadas em tarefas para que os estudantes possam se utilizar de seus valores, conhecimentos e habilidades para criar uma ferramenta de IA com base em modelos ou conjuntos de ferramentas de IA existentes. Apoiar o domínio de habilidades avançadas na análise crítica da relevância das ferramentas de IA existentes para tarefas específicas, avaliando suas necessidades de coleta e processamento de dados, decidindo se será adotada uma abordagem de “baixo código” (<i>low code</i>) ou se serão necessários algoritmos de IA e linguagem de programação, e realizando a personalização operacional e/ou a programação.</li> <li>• <b>OC4.3.3.2 Aprimorar a criatividade dos estudantes na aplicação de conhecimentos e habilidades de IA para personalizar conjuntos de ferramentas e codificação de IA:</b> Criar tarefas em torno da personalização de ferramentas de IA para resolver tarefas autênticas. Orientar os estudantes a adquirir habilidades para alavancar plataformas ou conjuntos de ferramentas de desenvolvimento de IA, aprimorar conjuntos de dados e modificar códigos de programação, incluindo aqueles que se baseiam em opções de código aberto; desafiar e possibilitar que os estudantes explorem e testem ideias criativas sobre o projeto de ferramentas de IA para resolver vários tipos de problemas.</li> <li>• <b>OC4.3.3.3 Proporcionar aos estudantes habilidades para testar e otimizar as ferramentas de IA criadas por eles mesmos:</b> Ajudar os estudantes a personalizar métodos e instrumentos de avaliação para testar ferramentas de IA criadas por eles mesmos quanto à robustez e à facilidade de uso, aprender a organizar avaliações entre pares e compartilhar <i>feedbacks</i> e desenvolver habilidades colaborativas como cocriadores.</li> </ul>
<b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b> (Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Aprimoramento que se baseia em tarefas de conjuntos de dados e códigos de programação para criar uma ferramenta de IA:</b> Organizar os estudantes para modificar ou criar um conjunto de dados para contextos do mundo real, com base em uma tarefa autêntica, como monitorar o consumo de energia em escolas ou residências locais, prever o clima para um local ou rota específica ou rastrear uma doença epidêmica. Ensinar e incentivar os estudantes a usarem ferramentas de coleta automática de dados (por exemplo, usar o BeautifulSoup<sup>11</sup> para extrair informações de páginas da <i>web</i>); aplicarem habilidades de programação de IA para limpar, codificar e pré-processar os dados; bem como usarem os dados para personalizar modelos de IA ou criar ferramentas de IA.</li> <li>• <b>Laboratório de teste de desempenho de aplicativos de IA:</b> Orientar os estudantes a procurar e adaptar uma matriz de desempenho gratuita e/ou de código aberto para testar aplicações de IA (por exemplo, exatidão, precisão, pontuação F-1, matrizes de confusão e curvas ROC). Permitir que os estudantes experimentem o uso de ferramentas adaptadas para testar o desempenho e a robustez tecnológica da aplicação de IA criada e simulem o <i>feedback</i> dos usuários sobre a conformidade ética. Usar ferramentas automatizadas para gerar relatórios ilustrados e fazer resumos de recomendações para a otimização de aplicações de IA.</li> </ul>	

11 Ver <https://pypi.org/project/beautifulsoup4>.

<b>Técnicas e aplicações de IA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Comparação da criação de ferramentas de IA por meio da personalização de conjuntos de dados e códigos de programação com a construção de aplicações de IA baseadas em plataformas de desenvolvimento de “baixo código” (low-code):</b> Organizar os estudantes para procurar informações sobre as etapas e as habilidades necessárias para criar ferramentas de IA, personalizando os conjuntos de dados de código aberto e os códigos de programação dos conjuntos de ferramentas de IA. Orientá-los a desenvolver habilidades na construção de aplicações de IA com base em plataformas de desenvolvimento de “baixo código” (<i>low code</i>). Organizar a discussão sobre a diferença entre as duas abordagens em termos de ação, supervisão e determinação humana, inclusão de dados de comunidades locais, reflexão acerca da diversidade cultural local e escalabilidade e reutilização das ferramentas resultantes. Discutir como escolher entre as duas abordagens de acordo com necessidades e situações específicas.</li> </ul>
	<p><b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjuntos de dados <i>online</i> gratuitos e/ou de código aberto acessíveis localmente, ferramentas de IA e bibliotecas de programação.</li> <li>• Ferramentas de análise de dados gratuitas e/ou de código aberto acessíveis localmente.</li> <li>• Recursos de computação com base em nuvem acessíveis localmente, recursos de computação hospedados localmente (por exemplo, um servidor escolar) ou recursos de computação compartilhados por instituições confiáveis ou órgãos do setor.</li> </ul>

<b>Projeto de sistemas de IA</b>	<p><b>COMPETÊNCIA DO ESTUDANTE</b></p>
	<p><b>4.3.4 Iteração e feedback</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Espera-se que os estudantes aprimorem e apliquem seus conhecimentos interdisciplinares e métodos práticos para avaliar a adequação humanística e a robustez metodológica de um modelo de IA e seu impacto nos usuários individuais, nas sociedades e no meio ambiente. Eles devem ser capazes de adquirir habilidades técnicas adequadas à idade para melhorar a qualidade dos conjuntos de dados, reconfigurar algoritmos e aprimorar arquiteturas em resposta aos resultados de testes e aos <i>feedbacks</i>. Também devem ser capazes de aplicar uma mentalidade centrada no ser humano e princípios éticos na simulação da tomada de decisões sobre quando um sistema de IA deve ser desativado e como seu impacto negativo pode ser mitigado. Espera-se que cultivem suas identidades como cocriadores dentro da comunidade maior de IA.</li> </ul>
	<p><b>OBJETIVOS CURRICULARES</b> (Os currículos ou programas de estudo de IA devem...)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.3.4.1 Desenvolver as habilidades para avaliar os sistemas de IA com pensamento crítico:</b> Ofertar oportunidades de aprendizagem com base em projetos para que os estudantes pratiquem as habilidades de testar criticamente a robustez tecnológica e avaliar a adequação ética de um sistema de IA, verificando se o modelo fortalece as capacidades, a autonomia e a consciência humanas ou as enfraquece; verificando a extensão de sua explicabilidade e da proteção da privacidade dos dados; medindo o desempenho do sistema de IA; e estudando o <i>feedback</i> dos usuários para avaliar seu impacto social e ambiental de forma mais ampla.</li> <li>• <b>OC4.3.4.2 Apoiar a construção de habilidades técnicas e responsabilidades sociais na otimização, reconfiguração ou desativação de um sistema de IA:</b> Ofertar atividades de simulação para que os estudantes entendam as responsabilidades sociais corporativas e adquiram habilidades interdisciplinares para tomar decisões sobre a iteração de um sistema de IA com base nos resultados dos testes e no <i>feedback</i> dos usuários. As atividades devem envolver o desenvolvimento de habilidades técnicas dos estudantes para três possíveis cenários: (1) otimização: otimização dos conjuntos de dados, algoritmos, modelo, funcionalidades de <i>design</i> e/ou interface; (2) reconfiguração: reavaliação do escopo do problema e reconfiguração do sistema de IA; e (3) desativação: quando for comprovado que o sistema de IA viola os direitos humanos ou prejudica grupos vulneráveis, os estudantes devem aprender a tomar decisões para encerrar o modelo de IA e implementar rapidamente estratégias corretivas.</li> </ul>

<b>Projeto de sistemas de IA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OC4.3.4.3 Promover as autoidentidades dos estudantes como cocriadores na era da IA:</b> Orientar os estudantes a cultivar a responsabilidade de serem cocriadores de ferramentas de IA e “impulsionadores” da elaboração da próxima geração de tecnologias de IA. Desenvolver seu senso de pertencimento a uma comunidade maior de IA e incentivá-los a analisar com pensamento crítico os impactos de longo prazo dos sistemas de IA nas relações sociais e nos comportamentos individuais, baseando-se em experiências reais de projeto e construção de sistemas de IA. Discutir como as regulações ou políticas devem ser adaptadas ou criadas para melhorar a governança de IA.</li> </ul>
	<p><b>MÉTODOS PEDAGÓGICOS SUGERIDOS</b> (Instituições e professores podem considerar e adaptar os seguintes métodos de aprendizagem)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Simulação do teste de desempenho de um sistema de IA:</b> Organizar os estudantes para usar métricas adaptadas para determinar se um modelo de IA fortalece ou enfraquece as capacidades, a autonomia e a consciência humanas e avaliar a extensão da explicabilidade de seu método. Adaptar métricas de desempenho em aprendizagem de máquina e ferramentas de visualização associadas, incluindo opções de código aberto (por exemplo, a pontuação F1 em aprendizagem de máquina, matrizes de confusão e curvas ROC) para medir o desempenho do sistema de IA. Projetar e aplicar métodos de pesquisa (por exemplo, coletar dados qualitativos e quantitativos de mercado apropriados à idade), incluindo o <i>feedback</i> de usuários finais (simulados) para estudar as implicações sociais e o impacto ambiental da adoção do modelo de IA. Sintetizar os resultados e apresentá-los em um formato visual.</li> <li>• <b>Simulação da tomada de decisão corporativa dos engenheiros de IA sobre a iteração de um modelo de IA:</b> Organizar os estudantes para que desempenhem as funções de engenheiros de IA para integrar e interpretar os resultados de <i>feedbacks</i>, considerando tanto o projeto de sistema de IA quanto a responsabilidade social corporativa. Tomar uma decisão apropriada a partir de várias escolhas sobre a iteração do modelo de IA: (1) otimização, em que o escopo do problema é validado e os conjuntos de dados, os algoritmos, o modelo de IA ou as interfaces podem precisar ser otimizados; (2) reconfiguração, em que falhas importantes são descobertas por meio de testes e/ou <i>feedbacks</i> dos usuários no escopo do problema e/ou na configuração da arquitetura; ou (3) desativação, em que é comprovado que um modelo de IA viola os direitos humanos ou prejudica grupos vulneráveis. Apoiar os estudantes a adquirir habilidades técnicas para a otimização e a reconfiguração e aprender a negociar e tomar decisões sobre a desativação do modelo de IA e sobre quais são as possíveis estratégias de remediação.</li> <li>• <b>Envolvimento com comunidades de criadores de IA:</b> Facilitar a participação de estudantes interessados em comunidades locais ou <i>online</i> de cocriadores de IA. Incentivá-los a participar de discussões <i>online</i> ou do desenvolvimento colaborativo de ferramentas de IA e compartilhar conjuntos de dados de código aberto e exemplos de algoritmos ou conjuntos de ferramentas de IA.</li> </ul>
	<p><b>AMBIENTES DE APRENDIZAGEM</b> (As seguintes configurações de aprendizagem podem ser oferecidas e adaptadas)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferramentas de IA gratuitas e/ou de código aberto <i>online</i> acessíveis localmente, incluindo ferramentas de análise de dados e bibliotecas de programação.</li> <li>• Recursos de computação em nuvem hospedados localmente ou acessíveis localmente.</li> <li>• Instrumentos baixados e adaptados para a auditoria ética e teste de desempenho de modelos de IA.</li> <li>• Acesso a regulamentos aplicáveis sobre IA ou estruturas de governança.</li> <li>• Plataformas colaborativas <i>online</i> acessíveis localmente para apoiar o compartilhamento de recursos, a aprendizagem entre pares e o <i>design</i> e a criação colaborativos de ferramentas de IA (por exemplo, GitHub, arXiv ou grupos de fóruns).</li> </ul>

## Capítulo 5. Aplicar o marco referencial

Este capítulo fornece algumas orientações adicionais sobre os tipos de considerações que podem contribuir para o desenvolvimento e a implantação bem-sucedidos dos currículos.

### 5.1 Alinhar as competências em IA como base para estratégias nacionais de IA

O desenvolvimento e a implementação de estratégias nacionais para IA variam entre os países. Cerca de 70 países lançaram documentos estratégicos sobre IA, os quais, muitas vezes, posicionam a educação como o setor ideal para desenvolver recursos humanos e talentos locais

em IA. Em países com estratégias nacionais bem enraizadas, o MRCE-IA pode ser alinhado com marcos políticos existentes como uma base para promover a mentalidade e os valores centrados no ser humano, necessários para implementar regulações sobre a ética da IA, preparar as pessoas para serem responsáveis, tanto na condição usuários de IA como na condição de cidadãos, e desenvolver comunidades locais de cocriadores de IA em escala.

#### Quadro 1. Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial

“Os Estados-membros devem promover a aquisição de ‘habilidades de pré-requisito’ para a educação em IA, tais como alfabetização básica, numeramento, habilidades digitais e de programação, e alfabetização midiática e informacional (AMI), bem como habilidades de pensamento crítico e criativo, trabalho em equipe, comunicação, socioemocionais e de ética da IA, especialmente em países, regiões ou áreas dentro de países onde existem notáveis lacunas na instrução dessas habilidades.

Os Estados-membros devem promover programas de conscientização geral sobre os avanços da IA, incluindo sobre dados, oportunidades e desafios trazidos pelas tecnologias de IA, o impacto dos sistemas de IA nos direitos humanos e suas implicações, incluindo nos direitos das crianças. Esses programas devem ser acessíveis tanto para grupos técnicos como não técnicos”.

Fonte: UNESCO, 2022a, p. 34.

Se uma estratégia nacional para IA for lançada e bem implementada, a implementação dos currículos do MRCE-IA e de IA para os estudantes deve ser planejada e apoiada administrativa e financeiramente dentro da ampla estrutura de uma estratégia de IA. Tais estratégias nacionais são geralmente desencadeadas por respostas políticas

ao impacto amplo e disruptivo da IA no trabalho, em termos da substituição de empregos impulsionada pela IA e da criação de empregos apoiados pela IA, bem como da exigência de novas habilidades de trabalho que poderão surgir com a adoção da IA. A principal resposta política a essa ruptura são estratégias envolvendo todo o sistema para

o desenvolvimento de competências em IA, que são compostas por mecanismos de financiamento e incentivo, bem como por cursos específicos sobre IA que simplificam diferentes trajetórias, conforme apropriado para cada setor, incluindo educação escolar, educação e formação técnica e profissional (EFTP), ensino superior, aprimoramento e requalificação de funcionários e programas de aprendizagem ao longo da vida para os cidadãos. Para países sem uma estratégia adotada, o MRCE-IA pode servir como ponto de partida para aumentar a conscientização sobre a importância de políticas nacionais sobre IA em geral e sobre o desenvolvimento de competências em IA em particular.

Espera-se que a implementação de tais estratégias e políticas comece com a avaliação da prontidão e das lacunas do programa. Os processos e resultados da implementação são geralmente monitorados

e avaliados, e os formuladores de políticas devem estabelecer um monitoramento preliminar e regular dos programas de desenvolvimento de competências em IA ao determinar mecanismos e metodologias gerais para rastrear a implementação. Para avaliar currículos de IA ou programas de educação ágil, é particularmente importante formular critérios que abranjam: a prontidão de estudantes e professores; os déficits na formação e no apoio ao desenvolvimento profissional dos professores; as lacunas nos objetivos curriculares e nos conteúdos que precisam ser abordados para apoiar a visão nacional de IA; os acréscimos necessários ao conteúdo curricular para atender às necessidades imediatas e futuras dos mercados; os mecanismos de mobilização e validação do apoio intersetorial; o grau de integração curricular; a prontidão dos ambientes de aprendizagem; e a qualidade da implementação do currículo.

## **Quadro 2. Apoio ao desenvolvimento de recursos humanos – Estratégia Nacional para Inteligência Artificial da Coreia do Sul**

A “Estratégia Nacional para Inteligência Artificial da Coreia do Sul” tem três áreas de foco principais: (1) estabelecer uma infraestrutura de IA confiável, inclusive para apoiar o talento humano e aprimorar as tecnologias; (2) ampliar a utilização de IA em todos os setores industriais e sociais; e (3) responder de forma proativa às mudanças sociais, incluindo as necessidades do mercado de trabalho. A estratégia busca desenvolver um ecossistema de IA que resulte na utilização em larga escala da IA e estabeleça a Coreia do Sul como líder mundial em inteligência artificial centrada nas pessoas.

Para apoiar a realização deste objetivo, a Coreia do Sul concentrou-se na revisão das regulações para criar um ambiente mais favorável ao setor e fomentar o uso produtivo de dados e inovações de IA, o uso de IA para agilizar a governança, o estabelecimento de regulações sobre ética em IA e a construção de capital humano em IA desde o ensino fundamental. A estratégia propõe um currículo interdisciplinar de IA e a definição de competências em IA com base nas necessidades de quatro categorias de populações: (1) o público em geral, que precisa ser capaz de usar IA, bem como adquirir uma alfabetização básica em inteligência artificial e dados, incluindo conhecimentos sobre ética em IA; (2) profissionais de IA, que aplicam IA e ferramentas de *software* em ambientes “IA + X” no mercado de trabalho; (3) profissionais de IA, que desenvolvem plataformas e sistemas de IA; e (4) talentos de IA, que resolverão problemas de IA e desenvolverão novos modelos e algoritmos de IA.

Alinhada com o desenvolvimento de competências para essas quatro categorias, a estratégia sugere regulações para que os profissionais possam se aprimorar e se atualizar até alcançarem o nível de educador especialista em IA, bem como apoiar a ampliação dos departamentos de IA existentes e mobilizar mais departamentos para ofertar programas relacionados à IA, inclusive expandindo a escala e a diversidade de programas de educação e pesquisa em IA nos níveis de mestrado e doutorado e criando cursos interdisciplinares em IA.

Quanto ao nível escolar, a estratégia busca ampliar as oportunidades de aprendizagem em IA com foco no pensamento computacional. Nas séries mais baixas do ensino fundamental, os estudantes têm a oportunidade de se envolver com IA para promover seus interesses e curiosidades; nas séries mais altas do ensino fundamental, os estudantes são incentivados a ampliar seus conhecimentos e suas habilidades por meio da aplicação da IA na aprendizagem de temas centrais. Os estudantes do nível secundário<sup>12</sup> têm a oportunidade de frequentar escolas focadas em IA para concluir um currículo de IA mais avançado. Os professores também são incentivados a aprimorar seus conhecimentos e habilidades em IA por meio da integração da IA junto a seus programas de treinamento inicial e do fornecimento de novos diplomas de integração de pedagogia e IA.

*Fonte:* Coreia do Sul, 2019.

12 NT: A nomenclatura adotada para os níveis educacionais no Brasil é diferente dos níveis definidos pela Classificação Internacional Padronizada da Educação (*International Standard Classification of Education* – ISCED). Essa correspondência pode ser encontrada nas páginas 66-67 do “Glossário de terminologia curricular do UNESCO-IBE” (2016), disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/ima-ges/0022/002230/223059por.pdf>.

## 5.2 Construir currículos interdisciplinares, de núcleo comum e integrados para a competência em IA

O desenvolvimento da competência em IA dos estudantes precisa integrar diversos meios de aprendizagem e prática, incluindo cursos formais dentro da estrutura do currículo nacional, programas extracurriculares e aprendizagem informal por meio do envolvimento com as famílias e as comunidades locais. Ao promover o desenvolvimento e a implementação de um currículo nacional de IA como o principal canal para a implementação do MRCE-IA, também é importante considerar se os programas de estudo fornecidos pelo setor privado ou meios não governamentais estão em conformidade com a visão centrada no ser humano e os princípios éticos. Revisar e monitorar o impacto dos canais informais de aprendizagem, incluindo plataformas digitais, também é essencial, e isso pode ser implementado por meio da determinação da responsabilidade, por parte dos provedores, pela segurança e pela ética, caso seus programas tenham como alvo os estudantes, especialmente as crianças.

A IA tem uma natureza interdisciplinar e uma complexa e intrínseca conexão conceitual e prática com as áreas de matemática, ciências, engenharia, línguas, estudos sociais, arte, educação cívica e cidadã e história, assim como com várias combinações desses assuntos. A IA também representa um passo iterativo e um salto tecnológico no *continuum* das tecnologias digitais. Nesse contexto, o MRCE-IA é construído por meio de conhecimentos e habilidades multidisciplinares em dados, programação, estruturas de computação e internet, bem como por um conjunto integrado de conhecimentos e habilidades conceituais que se baseiam em computação e pensamento de engenharia e raciocínio

científico. Paralelamente, a promoção de uma mentalidade centrada no ser humano e a ética da IA estão ancoradas nas amplas habilidades sociais e emocionais dos estudantes.

Portanto, é necessário alinhar o MRCE-IA aos marcos referenciais de competências gerais para estudantes dos países estudantes e examinar se esses marcos precisam ser adaptados ou reformulados para atender aos novos requisitos da era da IA. Em países onde foram adotados e implementados marcos nacionais de competências digitais ou de TIC para estudantes, uma abordagem adaptativa pode ser considerada para integrar a eles aspectos de IA. Isso requer uma redefinição das competências digitais para cobrir os valores, conhecimentos e habilidades inexplorados e necessários para novas iterações ou novos domínios de IA e suas conexões com as gerações anteriores de tecnologias digitais.

Um conjunto de currículos básicos de IA dentro de programas de educação formal é geralmente considerado o principal canal para fornecer oportunidades inclusivas para todos os estudantes, particularmente aqueles que podem não ter acesso à IA além da escola. Isso exigirá a reconfiguração dos currículos nacionais para acomodar o tempo necessário de dedicação a cursos de IA. Os currículos integrados relacionados à IA devem ser adaptados ou reformulados para aprimorar suas conexões com as competências em IA, sem perder o foco em outras competências essenciais para os estudantes. Esses currículos interdisciplinares, de núcleo comum e integrados de IA, podem ser agregados em marcos ágeis apropriados aos contextos educacionais nacionais ou locais.

O relatório “Currículos de IA para a educação básica: um mapeamento de currículos de IA aprovados pelos governos” (UNESCO, 2022b), identificou quatro estratégias principais para integrar os currículos de IA aos sistemas

educacionais da educação primária e secundária. Isso inclui a implementação da IA como uma disciplina distinta; a integração da IA a outras disciplinas existentes (geralmente TIC); abordagens transcurriculares nas quais os resultados da IA são incorporados em várias disciplinas integradas; e a IA como uma atividade opcional, extracurricular ou cocurricular (por exemplo, para um clube extracurricular). A IA como uma disciplina independente pode ser obrigatória para todos os estudantes e pode ser apoiada por uma série de cursos complementares nas áreas de ciência, tecnologia, matemática, engenharia e *design*, para atender às diversas habilidades, origens e necessidades de aprendizagem dos

estudantes. Seja por meio de uma abordagem ou pela combinação de várias delas, a interdisciplinaridade tem duas implicações: o currículo básico de IA deve mobilizar os valores, conhecimentos e habilidades multidisciplinares dos estudantes em disciplinas relevantes, especialmente ciência, tecnologia, engenharia, artes e matemática (STEAM), para atuarem como a base do currículo de IA, conforme exemplificado pelo currículo de Computação, *Design Criativo* e *Inovação dos Emirados Árabes Unidos* (UNESCO, 2024); e o currículo de IA integrado deve promover a integração intrínseca de aspectos-chave das competências em IA nos resultados de aprendizagem e navegá-los nos níveis de progressão correspondentes.

### **Quadro 3. Abordagem interdisciplinar dos Emirados Árabes Unidos aos currículos de IA da educação primária e secundária**

“Ao abranger ciência da computação, engenharia, *design*, sustentabilidade e comunicação visual, o currículo de Computação, *Design Criativo* e *Inovação* do Ministério da Educação oferece uma estrutura educacional abrangente e concisa. Ele prepara os estudantes para prosperar em um mundo dinâmico e interconectado, alimentando o pensamento crítico, as habilidades de resolução de problemas e a inovação.”

Os Emirados Árabes Unidos adotam uma abordagem interdisciplinar em seu currículo de IA para escolas da educação primária e secundária, integrando-o a um currículo chamado Computação, *Design Criativo* e *Inovação* (*Computing, Creative Design and Innovation* [CCDI]). Ao incluir um foco em IA, o currículo CCDI incentiva os estudantes a desenvolver sua criatividade e suas habilidades de resolução de problemas, construir uma consciência da ética e dos impactos éticos, aprender e treinar princípios e conceitos fundamentais de IA, bem como fertilizar seus conhecimentos em todos os campos. O currículo foi estabelecido pela primeira vez em 2016 como uma área focada em tecnologia, além do currículo de ciência da computação já existente.

Desde então, e com os recentes desenvolvimentos no campo da IA, o CCDI integrou progressivamente as áreas de robótica, programação, modelagem 3D e eletrônica. Em 2020, o currículo foi revisado para abranger cinco domínios: (1) ciência da computação, com foco em sistemas de computação, redes e internet, dados e análise, algoritmos e programação, bem como os impactos da computação; (2) princípios e sistemas de engenharia, com foco em eletricidade e elétrons, robótica e sistemas, e sistemas incorporados; (3) *design* e inovação, incluindo empreendedorismo e o processo de *design* de engenharia; (4) sustentabilidade, com ênfase na sociedade sustentável; e (5) comunicação visual, concentrando-se em gráficos para *design*, *design* auxiliado por computador e realização de *design*.

Fonte: UNESCO, 2024.

### 5.3 Estabelecer domínios de IA preparados para o futuro e localmente viáveis como componentes principais do currículo

Após determinar a estrutura de alinhamento interdisciplinar dos currículos de IA de núcleo comum e integrados, os desenvolvedores de currículos precisarão integrar o MRCE-IA aos currículos comuns de IA nacionais ou institucionais. A estrutura do currículo básico de IA é construída com base em aspectos-chave interligados de competências em IA, subdomínios de IA relacionados a cada um desses aspectos e sistemas de IA específicos para atuar como componentes principais do currículo. As decisões sobre como tornar o currículo obrigatório ou eletivo são embasadas por, pelo menos, três fatores: o valor fundamental de diferentes aspectos, o potencial de preparação para o futuro dos conhecimentos e das habilidades de IA e a viabilidade de implementação nas escolas locais. A viabilidade dos domínios e sistemas de IA é determinada pela prontidão de IA de professores e estudantes, bem como pela disponibilidade local e acessibilidade de sistemas genéricos de IA e *hardware*, *software*, linguagens de programação e aplicações essenciais para a maioria das escolas.

Conforme descrito no Capítulo 4, a “mentalidade centrada no ser humano”, a “ética da IA” e as “técnicas e aplicações da IA” são essenciais para a vida e o trabalho de todos os estudantes na era da IA e, portanto, devem ser incluídas em todos os currículos da IA. Alguns domínios, como o *design* de sistemas de IA, podem ser mais apropriados para estudantes que têm fortes interesses e habilidades em IA. A avaliação do grau de preparação local para a IA pode fundamentar as decisões sobre se o *design* de sistemas de IA deve ser

definido como um conjunto de habilidades de pensamento que podem ser mescladas a outros aspectos ou se deve ser ensinado como um domínio distinto, caso os bancos de dados, os recursos de computação e os modelos de IA necessários estejam disponíveis.

Dentro da estrutura de um aspecto ou domínio selecionado de IA, o próximo passo é o escopo dos subdomínios de técnicas e tecnologias de IA a serem cobertos e os sistemas específicos de IA a serem recomendados como componentes principais do currículo ou das práticas de aprendizagem. Isso fica mais evidente para o aspecto das “técnicas e aplicações de IA”. Há uma ampla gama de técnicas, incluindo os sistemas lógicos ou algoritmos criados a partir de princípios dedutivos gerais para resolver problemas específicos (por exemplo, árvores de decisão codificadas por seres humanos, poda alfa-beta e minimax), bem como os modelos treinados em grandes quantidades de dados (como a aprendizagem profunda e a IA generativa). Os desenvolvedores de currículos precisam selecionar subdomínios, a partir de uma grande lista de técnicas exemplares de IA, e especificar suas relações, como IA clássica ou “IA baseada em regras”, aprendizagem de máquina, aprendizagem profunda e modelos de IA generativa. A variedade de tecnologias de IA e de produtos e serviços voltados para o ser humano está se ampliando rapidamente, e se torna ainda mais desafiador escolher entre as tecnologias de IA que estão sendo desenvolvidas em todos os setores, incluindo as categorias de visão computacional, processamento de linguagem natural, reconhecimento automatizado de fala e planejamento e programação automatizados (planejamento de IA). Seguindo a seleção e o escopo de subdomínios de técnicas e tecnologias de IA, exemplos de sistemas e ferramentas de IA devem ser considerados,

com vistas a serem independentes em relação a marcas ou produtos comerciais, o máximo possível. Conforme declarado no Princípio 5 do Capítulo 2, mecanismos rigorosos de validação pública devem ser aplicados para evitar o uso de sistemas de IA que discriminem grupos marginalizados ou produzam vieses relacionados a gênero, habilidade, *status* socioeconômico, língua e/ou cultura. Isto é, o princípio da inclusão deve ser mantido na seleção de ferramentas de IA.

Além disso, a definição de domínios de IA como obrigatórios ou eletivos deve ser determinada pelo contexto nacional, incluindo os objetivos e as ambições de políticas relevantes e a prontidão, como já mencionado anteriormente. A profundidade e a amplitude dos conhecimentos e das habilidades de IA, específicas do domínio, devem ser definidas com base na prontidão e nas habilidades típicas das coortes-alvo dos estudantes. É imperativo que todos os estudantes alcancem os dois primeiros níveis de “mentalidade centrada no ser humano”, de “ética da IA” e de “técnicas e aplicações de IA”, sendo menos necessário que eles alcancem o terceiro nível, *Criar*, especialmente para o design de sistemas de IA. Portanto, pode ser útil considerar uma estratégia de implementação ágil ou contextualizada, na qual disciplinas ou cursos obrigatórios e eletivos serão elaborados e ofertados aos estudantes considerando diferentes técnicas de IA e domínios-chave do conhecimento em IA.

Ao ancorar as competências em IA em uma mentalidade centrada no ser humano, bem como no conhecimento e nas habilidades sociais e pessoais em ética, o MRCE-IA visa preparar os estudantes para colaborar com a IA orientada para o futuro em uma variedade de contextos. O pensamento, o conhecimento e as habilidades sistêmicas de projeção de IA destinam-se a promover um esquema de

conhecimento aberto que possa apoiar os estudantes a entender, usar e criar futuras gerações de sistemas de IA. O MRCE-IA enfatiza a importância do conhecimento e das habilidades transferíveis sob o aspecto de “técnicas e aplicações de IA” que podem ajudar a maioria dos estudantes a estarem prontos para as iterações futuras das ferramentas de IA. Embora tenham sido feitos esforços para garantir que essa estrutura curricular responda às tecnologias emergentes, novas ferramentas e inovações surgirão após sua publicação, e as ferramentas e atividades usadas como exemplo podem se tornar obsoletas ou ultrapassadas. O currículo em si precisará incluir conteúdos que possam ser ajustados posteriormente, a fim de permanecer relevante e “preparado para o futuro”. Sugere-se um projeto de currículo modular, no qual vários módulos que se baseiam em domínios de IA, ou diferentes sistemas ou ferramentas de IA, podem ser desenvolvidos e recomendados às instituições educacionais locais. Uma estrutura modular permite que o currículo seja revisado e atualizado de forma mais dinâmica, pois não é necessário alterar todo o currículo para adicionar ou remover uma ferramenta específica, um conceito de domínio ou outro conteúdo. No outro extremo do espectro, a preparação para o futuro pode envolver escolas e estudantes na concepção conjunta de currículos de IA. Isso significa incentivar a elaboração de currículos de IA que se baseiam na escola e de adaptações contextuais para professores de domínios ou ferramentas específicas selecionadas para o desenvolvimento de competências gerais. Para efetivar essa estrutura, os desenvolvedores de currículos devem considerar o dinamismo de um currículo de IA e fazer esforços para preparar o processo de aprendizagem para o futuro.

## 5.4 Adaptar sequências curriculares espirais e adequadas à idade

O MRCE-IA implica, naturalmente, uma mudança de paradigma em direção a uma educação baseada em competências. Uma educação baseada em competências visa migrar de modelos que priorizam o tempo fixo e a aprendizagem flexível (o que significa realizar a formação dentro de um cronograma curricular fixo, independentemente de todos os estudantes terem atingido o nível de domínio esperado) para modelos com um tempo mais flexível e com aprendizagem fixa (o que significa que horários de aprendizagem flexíveis são permitidos para que estudantes dos mais variados níveis de habilidades possam atingir o grau de domínio esperado). Com a educação baseada em competências, espera-se que os estudantes demonstrem conhecimentos, habilidades e valores que se baseiam no desempenho e que constituam as competências, e que os estudantes que não atendam a esses padrões mínimos recebam apoio adicional até que consigam (Patrick; Sturgis, 2017).

Este marco referencial não divide a progressão da aprendizagem ou das atividades por nível de série, concentrando-se nos resultados em nível de saída que os sistemas devem buscar alcançar para todos os estudantes. Os desenvolvedores dos currículos, portanto, precisarão utilizar o marco e seus componentes para desenvolver um padrão de aprendizagem em espiral estruturado em todos os quatro aspectos, permitindo que os estudantes iniciem a aprendizagem da IA com os domínios e o nível de dificuldade que correspondam às suas habilidades e à prontidão de suas escolas. O modelo curricular em espiral deve proporcionar um envolvimento espaçado e iterado com um conjunto de conhecimentos

fundamentais de IA que incentivará a recuperação da memória e práticas atualizadas de forma cíclica, para aprofundar sua compreensão e associações com contextos de resolução de problemas. Esse *design* ajuda a garantir uma transferência de informações da memória de trabalho para a memória de longo prazo para apoiar ganhos de aprendizagem sustentados, bem como permitir que os estudantes aproveitem os esquemas existentes para obter novos conhecimentos em IA ou adaptar habilidades de aplicação para resolver problemas em contextos variados. Por outro lado, um currículo desenvolvido e entregue de forma pontual durante um curto período de tempo (por exemplo, para *hackathons* ou *bootcamps*) pode despertar interesse, mas é menos provável que leve a uma competência permanente em IA.

O trabalho dos desenvolvedores de currículos será delinear os principais elementos da ética da IA, dos conhecimentos e das habilidades fundamentais, bem como do pensamento de *design* de sistema, e ainda identificar os níveis apropriados de dificuldade, amplitude e profundidade desses elementos para diferentes níveis de escolaridade. Isso permitirá que eles criem iterações em espiral de lições e tarefas baseadas em projetos que ajudem os estudantes a avançar e ampliar progressivamente sua aprendizagem e prática.

#### Quadro 4. A sequência curricular em espiral dos cursos do “Dia da IA”

O currículo de IA desenvolvido pela iniciativa RAISE<sup>13</sup> do MIT, Dia da IA (*Day of AI*), adotou a abordagem de *design* em espiral ao agrupar o conteúdo curricular em torno de tópicos importantes, como “O que é IA, o que a IA faz bem e o que a IA não faz tão bem”, “Como a IA funciona”, “Como uma máquina aprende” e “Como uma máquina cria”. Estudantes de diferentes idades tiveram oportunidades de se envolver de forma contínua em tópicos como “O que é IA?”, enquanto eram expostos, de forma gradual, a conhecimentos e habilidades novos ou atualizados, como algoritmos e programação de IA, modelos de máquina ensinável (*teachable machines*) e IA generativa. Os tópicos transversais em torno da ética, incluindo vieses de IA, direitos humanos, interação entre humanos e IA e o impacto social da IA foram adaptados a estudantes de diferentes idades.

Para mais informações: <https://dayofai.org>

## 5.5 Construir ambientes de aprendizagem facilitadores para currículos de IA

Embora os recursos necessários para a implementação dos currículos de IA possam variar dependendo da amplitude e da profundidade das metas curriculares esperadas e da prontidão digital geral nas escolas locais, é necessário um ambiente básico de aprendizagem para atender aos padrões mínimos para um estudo eficaz dos aspectos e conhecimentos essenciais da IA até o nível básico de domínio. De acordo com o relatório “Currículos de IA para a educação básica: um mapeamento de currículos de IA aprovados pelos governos” (UNESCO, 2022b), a implementação para os estudantes requer as seguintes condições essenciais, classificadas por importância: capacitação e apoio para professores, recursos de ensino sobre IA,

análise de necessidades e pesquisas realizadas na escola, infraestrutura digital atualizada nas escolas e fornecimento de recursos de IA, inclusive por meio da aquisição de *hardware* e *software*, bem como envolvimento com o setor privado ou terceiro setor para compartilhar dispositivos e sistemas de IA. Se essas condições não forem fornecidas, é improvável que o currículo seja implementado conforme pretendido ou que atinja seus objetivos de aprendizagem e competência previstos. O relatório destaca os ambientes de aprendizagem típicos, criados pelos 11 países que estavam implementando seus próprios currículos governamentais de IA para a educação primária e secundária a partir de 2022, detalhados a seguir.

13 RAISE significa “Responsible AI for Social Empowerment and Education”.

### Quadro 5. Típicos ambientes de aprendizagem facilitadores estabelecidos pelos currículos de IA dos governos

- **Hardware e robótica:** O *hardware* necessário para os currículos de IA inclui computadores, *tablets*, *laptops* e acesso à internet ou a uma rede. Nem todos os currículos de IA incluem conteúdo sobre robôs ou robótica. Nos casos em que a aprendizagem sobre robôs é exigida, os currículos podem aproveitar aplicativos virtuais *online* gratuitos ou *kits* acessíveis localmente. Dispositivos como o Raspberry Pi são utilizados por alguns currículos que requerem que os estudantes criem programas e os testem por intermédio de dispositivos de baixo custo.
- **Software:** Os sistemas operacionais de código aberto Ubuntu<sup>14</sup> foram usados por alguns currículos como alternativas menos dispendiosas em relação a outros sistemas operacionais.
- **Linguagens de programação:** Em geral, os currículos aproveitaram linguagens de programação gratuitas, como HTML, Javascript, Python, Micropython, NumPy, R e Scratch.
- **Ferramentas para aprendizagem de técnicas de IA:** Várias ferramentas foram desenvolvidas ou disponibilizadas de forma gratuita para facilitar a compreensão e permitir a exploração de conceitos complexos e técnicas de IA, sendo que as 11 a seguir foram mencionadas nos currículos governamentais de IA: MachineLearningForKids<sup>15</sup> (uma ferramenta educacional para ensinar as crianças sobre aprendizagem de máquina, permitindo que elas treinem um computador para reconhecer texto, imagens, números, sons ou outras entradas), Teachable Machine<sup>16</sup> (uma plataforma desenvolvida pelo Google para treinar um computador para reconhecer as próprias imagens, os sons e as poses do usuário), TensorFlow<sup>17</sup> (uma plataforma de ponta a ponta para aprendizado de máquina) e Keras<sup>18</sup> (aprendizagem profunda para seres humanos).

Fonte: UNESCO, 2022b, p. 48.

Para fornecer ambientes de aprendizagem que facilitem o desenvolvimento de competências em IA e a implementação de um currículo de IA em particular, os governos devem se comprometer com o acesso universal à internet para todas as escolas e estudantes, inclusive por meio de soluções ágeis “*online + offline*”, para a interação com sistemas de IA *online* ou

móveis, aplicativos personalizáveis, recursos de aprendizagem básicos e extensíveis e colegas aprendizes ou cocriadores. A infraestrutura digital necessária também inclui um número razoável de dispositivos digitais que funcionem bem com conectividade básica, bem como uma quantidade mínima de *software* ou de aplicativos para que os estudantes aprendam

14 Ver <https://ubuntu.com>.

15 Ver <https://machinelearningforkids.co.uk>.

16 Ver <https://teachablemachine.withgoogle.com>.

17 Ver <https://www.tensorflow.org>.

18 Ver <https://keras.io>.

habilidades operacionais, pratiquem programação e treinem máquinas virtuais ou modelos de IA.

Por enquanto, essas condições essenciais ainda não foram realizadas, mas os governos estão determinados a iniciar um currículo de IA o mais cedo possível, opções alternativas devem ser consideradas no fornecimento de ambientes de aprendizagem propícios. Quanto ao MRCE-IA, a maioria dos objetivos relacionados aos dois primeiros aspectos – “mentalidade centrada no ser humano” e “ética da IA” – pode ser realizada, ao menos parcialmente, por meio de soluções *online* e *offline* – esta última também pode ser definida como soluções desconectadas. Para o aspecto “técnicas e aplicações de IA”, algumas atividades desconectadas bem projetadas foram disponibilizadas por organizações acadêmicas e sem fins lucrativos para demonstrar conhecimentos conceituais sobre ferramentas de IA e a compreensão sobre técnicas de IA (por exemplo, as atividades de IA desconectadas elaboradas por Everyday AI,<sup>19</sup> AI Unplugged<sup>20</sup> e Sociedade Internacional de Tecnologia em Educação (ISTE)<sup>21</sup>). Mesmo em ambientes de aprendizagem totalmente conectados, as soluções desconectadas têm valor, proporcionando aos estudantes oportunidades de se distanciarem de bolhas informacionais e interações com plataformas digitais que sejam controladas por algoritmos e pratiquem a contemplação independente e autônoma, o que é fundamental para a construção progressiva e o aprofundamento do conhecimento conceitual sobre IA.

## 5.6 Promover a profissionalização dos professores de IA e aperfeiçoar o apoio dado a eles

Como dito anteriormente, os pré-requisitos mais importantes para a implementação de currículos de IA para estudantes escolares são a capacitação e o apoio a professores, bem como o fornecimento de recursos de ensino sobre IA. Para cumprir com os objetivos delineados pelo MRCE-IA, será necessário que os professores, particularmente aqueles das áreas de TIC ou IA, desenvolvam e atualizem de forma contínua seus conhecimentos e suas capacidades pedagógicas na concepção e facilitação de atividades de aprendizagem adequadas à idade sobre IA. Estrategistas nacionais e institucionais precisam planejar e implementar uma abordagem integrada para a reforma dos programas de formação inicial para preparar professores qualificados em IA, elaborar e ofertar capacitações baseadas em competências e suporte de longo prazo para professores de áreas de TIC ou de IA em serviço, além de aprimorar a capacitação dos professores em outras disciplinas essenciais para promover a competência interdisciplinar em IA. Todos esses programas de capacitação e apoio visam reforçar as competências dos professores encarregados de ensinar IA ou implementar o currículo nacional de IA, o que implica uma tendência para a profissionalização dos professores de IA. Essa profissionalização inclui a criação de marcos referenciais específicos para professores de IA, ou mecanismos alternativos e mais ágeis, que definem e desenvolvem um conjunto de competências profissionais para cumprir de forma plena os objetivos do currículo de IA para os estudantes. Como as TIC e a IA são frequentemente categorizadas como disciplinas

---

19 Ver <https://everyday-ai.org/resources/search?f%5B0%5D=tools%3A201>.

20 Ver <https://www.aiunplugged.org>.

21 Ver <https://iste.org/blog/3-unplugged-activities-for-teaching-about-ai>.

secundárias nos currículos escolares, o *status* profissional dos professores de TIC e IA não foi totalmente reconhecido. A profissionalização dos professores de IA também significa que a IA deve ser classificada como uma das disciplinas

centrais e os professores de IA devem ter o mesmo *status* profissional que os professores em outras disciplinas centrais, com suas horas de ensino e seu desempenho sendo igualmente reconhecidos nos sistemas de gestão de pessoas.

### **Quadro 6. Um marco referencial de competências em IA para professores de disciplinas de IA na China**

Na China, um marco referencial de competências em IA para professores de disciplinas de IA foi desenvolvido pelo National Institute for Education, a East China Normal University e a Tencent. Mesmo que não seja um marco referencial nacional de competências em IA orientado pelo governo, é uma indicação clara da profissionalização dos professores de IA. Ele define um conjunto abrangente de competências para professores de IA, que engloba seis dimensões: compreensão e conscientização, conhecimento básico, habilidades básicas, capacidade de resolução de problemas, práticas de ensino e ética e segurança. Dessa forma, os professores devem compreender a lógica conceitual fundamental da IA e o seu impacto social, apreciando as distinções entre inteligência humana e de máquina e o significado da colaboração homem-máquina, tendo em vista os papéis educacionais da IA. Ao contrário do “Marco referencial de competências em IA para professores”, da UNESCO, o marco mencionado destina-se a professores de IA. Os aspectos da mentalidade centrada no ser humano e do desenvolvimento profissional não são abordados e não são fornecidos níveis de progressão.

Para mais informações: [http://www.jyb.cn/rmtzcg/xwy/wzxw/202203/t20220325\\_686401.html](http://www.jyb.cn/rmtzcg/xwy/wzxw/202203/t20220325_686401.html).

Em países onde as instituições públicas de formação de professores não têm capacidades suficientes para capacitar os professores a acompanharem as rápidas mudanças das tecnologias de IA, frequentemente são mobilizadas parcerias público-privadas para o desenvolvimento e o fornecimento de currículos de IA, levantando recursos humanos e materiais da indústria privada de IA ou de ONGs para substituir de forma parcial ou total um currículo público de IA e professores de TIC ou IA. Como essas empresas e ONGs de IA, com maiores recursos, têm um forte interesse em reforçar sua presença e domínio no ensino de IA por meio de suas próprias marcas, essa abordagem corre o risco de desprofissionalizar os professores públicos de IA. Recomenda-se que as parcerias público-privadas sejam mobilizadas com um

propósito claro de contribuir para a preparação de professores públicos de IA e apoiar o seu desenvolvimento profissional contínuo. Além disso, marcos referenciais abrangentes de competências em IA, com o objetivo de que professores atendam às necessidades de implementação do MRCE-IA e do currículo nacional de IA, devem ser usados para definir um conjunto rigoroso de critérios para validar se os cursos e os formadores de IA desenvolvidos pela indústria de IA são confiáveis, livres de vieses, relevantes para o desenvolvimento de competências em IA e suficientemente independentes de marcas. Esses marcos referenciais também devem ajudar a verificar como os cursos de IA podem ser integrados de forma adequada aos sistemas de currículo escolar para complementar, ao invés de substituir, o

currículo público. A responsabilização das escolas públicas pela melhoria contínua das capacidades dos professores na implementação do currículo de IA deve ser priorizada, não enfraquecida.

Para promover a profissionalização dos professores públicos de IA, também é importante adotar como requisito a implementação do MRCE-IA como referência para agilizar a formação inicial e continuada, bem como o apoio contínuo ao desenvolvimento profissional dos professores, para garantir que ela esteja alinhada com um conjunto de competências claramente definidas e seja um elemento complementar na melhoria progressiva dos professores ao longo de sua carreira. Atenção especial deve ser dada ao estabelecimento, à revisão e à adaptação de iniciativas de educação continuada para professores e ao apoio escolar para seu desenvolvimento profissional de acordo com uma orientação de valores, conhecimentos e habilidades práticas necessárias para ofertar o currículo nacional de IA.

### **5.7 Orientar o projeto com base em coorte e na organização das atividades pedagógicas**

O desenvolvimento de competências em IA é um conjunto de três eixos (*three-helix bundle*) que abrange a aprendizagem social e emocional de valores e princípios éticos, a construção autodirigida e colaborativa de conhecimento conceitual sobre IA e as habilidades práticas para aplicar e cocriar ferramentas de IA. É necessária uma combinação de metodologias pedagógicas inovadoras para ajudar os estudantes a progredir nos três eixos de competências, fazendo a ponte entre o que sabem e o que podem fazer, bem como transferindo seus conhecimentos e suas habilidades anteriores para novos conceitos e novos contextos de resolução de problemas nos locais de trabalho e espaços sociais ricos em IA que teremos no futuro.

As inovações pedagógicas que são adaptadas às particularidades dos domínios da IA e às variadas habilidades dos estudantes podem surgir por meio da concepção e organização de atividades com base em uma coorte de estudantes que estão matriculados em um determinado curso de IA ou que compartilham um interesse no mesmo domínio da IA.

Nessa abordagem, baseada em coorte para a concepção e organização de cenários ou projetos de aprendizagem, uma determinada coorte de estudantes pode ser agrupada a partir de diferentes classes e níveis de escolaridade. Essa abordagem não representa nenhuma teoria de aprendizagem específica e, normalmente, envolve uma ampla gama de métodos pedagógicos e cenários de aprendizagem orientados para a prática, incluindo atividades interativas, projetos colaborativos e apoio de colegas. Os estudantes constroem uma comunidade voltada à prática, e sua aprendizagem geralmente segue um cronograma curricular em que compartilham responsabilidades, motivam e treinam uns aos outros e trabalham com seus professores para obter *feedback*. Dessa forma, eles aprofundam sua compreensão e abordam questões desafiadoras juntos, colaboram em projetos práticos para aplicar conhecimentos e habilidades de maneiras práticas e trocam pontos de vista e se envolvem em debates sobre o impacto social e questões éticas de IA para melhorar a construção social.

Ao escolher ou elaborar metodologias pedagógicas para a compreensão, aplicação e criação de diferentes aspectos do MRCE-IA, também é importante considerar as necessidades específicas de domínio para as práticas pedagógicas:

- O cultivo de valores e mentalidade centrados no ser humano, por natureza, é construído a partir de processos de aprendizagem social e emocional

e requer uma formação de opinião baseada em conflitos, construção social e interações sociais.

- A aprendizagem sobre ética é um processo de compreensão de princípios abstratos e normas regulatórias por meio de estudos de caso práticos, avaliações críticas baseadas em cenários, aplicação contextual e elaboração colaborativa de normas.
- As técnicas e aplicações de IA representam um domínio que combina, de forma harmoniosa, a construção orientada à prática de conhecimentos conceituais sobre IA com a aplicação autêntica baseada em tarefas. Isso requer ferramentas reais de IA como base para a construção de esquemas de conhecimento sobre técnicas e tecnologia de IA, de aprendizagem baseada em problemas e de práticas de aplicação transferível e investigação baseada em cenários, bem como uma compreensão aprofundada dos valores e da ética por trás das ferramentas de IA e de seus usos.
- O *design* de sistema de IA simula projetos de engenharia do mundo real, envolvendo o ciclo de vida da criação, realização e iteração de sistemas de IA para praticar processos de pensamento de engenharia e promover habilidades integradas de resolução de problemas. Isso requer que os professores projetem e organizem a aprendizagem baseada em projetos para permitir que os estudantes identifiquem e delineiem os problemas que podem e devem ser resolvidos pela IA, avaliem as necessidades de dados e planejem métodos de coleta de dados, configurem a arquitetura de modelos de IA e treinem modelos de IA ou criem protótipos, testes e iterações deles.

Como a competência em IA é um conjunto de três eixos (*three-helix bundle*), práticas pedagógicas específicas podem abranger vários aspectos da competência em IA dentro de uma lição ou unidade. Isso requer que planejadores instrucionais ou professores incorporem e naveguem vários métodos pedagógicos, para que os estudantes possam se envolver com vários aspectos da aprendizagem e da prática da IA. A pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias e aplicações de IA no mundo real muitas vezes impulsionam a conceituação intensiva e contínua de métodos de IA e a programação, configuração e otimização iterativas. Esse pré-requisito para o desenvolvimento de competências práticas de IA foi validado pela eficácia das metodologias pedagógicas praticadas em *hackathons* e *bootcamps* com aplicações de IA. Para uma maior eficácia da pedagogia nas escolas, devem ser organizadas oportunidades para que os estudantes se envolvam em unidades mais intensivas de aulas ou de atividades que se alinhem com o currículo formal de IA.

O currículo nacional ou institucional de IA deve conter recomendações ou orientações sobre metodologias pedagógicas em torno dos princípios de envolver a responsabilidade compartilhada e a aprendizagem entre pares na coorte-alvo de estudantes e as especificidades do nível de domínio em IA e dos resultados de aprendizagem esperados. Quando metodologias pedagógicas novas ou atualizadas são introduzidas nos currículos de IA, é necessário disponibilizar aos professores capacitações adequadas, orientações práticas e serviços de resposta instantânea (por exemplo, *chatbots online*). Mecanismos de incentivo que sejam localmente relevantes devem ser planejados e implementados para revisar, validar e reconhecer práticas em testes piloto e ampliar as inovações pedagógicas.

### Quadro 7. Metodologias pedagógicas no currículo do MIT sobre ética da IA para estudantes do segundo nível da educação secundária

O documento “An ethics of artificial intelligence curriculum for middle school students” foi criado por Blakeley H. Payne com apoio do MIT Media Lab Personal Robots Group, dirigido por Cynthia Breazeal (Payne, 2019). O currículo é projetado para ser implementado de forma *online* e/ou *offline* com estudantes de 12 a 14 anos que estão no início de suas jornadas de aprendizagem de IA. O currículo se concentra em melhorar a compreensão dos estudantes sobre IA e as relações entre humanos, tecnologia e sociedade. Partes desse currículo também foram integradas ao MIT DAILY Curriculum<sup>22</sup> e ao “How to train your robot: a middle school AI and ethics curriculum”. Pesquisas sobre este último demonstraram a possibilidade de tal currículo ser ofertado mesmo por professores com formação limitada em ciência da computação (Williams; Kaputsos; Breazeal, 2021).

Esse currículo exemplifica uma abordagem centrada no estudante e baseada em pesquisa, com resultados de aprendizagem alinhados para permitir um ciclo de: orientação inicial ou coleta de informações que apoie os estudantes a construir esquemas de conhecimento sobre um novo tópico; conceituação, em que os estudantes começam a formar uma hipótese em torno do(s) propósito(s) da IA; pesquisa, na qual os estudantes se aprofundam nas diferentes perspectivas, benefícios, valores e riscos da IA para diferentes populações e elaboram possíveis soluções para os problemas enfrentados; e, finalmente, o desenvolvimento de um protótipo de potenciais soluções usando uma abordagem baseada em projetos. Ao longo do processo, discussões e reflexões são incentivadas de forma a aprofundar a compreensão e o pensamento sobre o problema.

O currículo inclui seis objetivos principais, que são alcançados por meio de diferentes atividades *online* ou *offline*, dependendo do contexto. O quadro a seguir descreve os objetivos, bem como exemplos de atividades para professores ou outros facilitadores que podem ajudar a alcançá-los.

Resultados de aprendizagem	Exemplos de atividades e vantagens pedagógicas
<p><b>Compreender a mecânica básica dos sistemas de inteligência artificial.</b> Esse resultado de aprendizagem inclui sub-resultados como: o reconhecimento dos usos da IA na vida cotidiana; a compreensão dos algoritmos como um processo de entrada, alterações na entrada e saída; e a compreensão da IA como um tipo específico de algoritmo com um conjunto de dados, aprendizado e previsão.</p>	<p><b>Jogar “Bingo de IA” com sistemas de IA.</b> Usar uma planilha, cada estudante tenta encontrar outro colega que tenha usado ou experimentado diferentes aplicações de IA (por exemplo, uma ferramenta que sugere <i>emojis</i> para substituir palavras, ou um aplicativo que mapeia uma rota para um destino). Juntos, os pares devem marcar o conjunto de dados usados e a previsão feita por cada tipo de sistema de IA até que um estudante tenha completado cinco na mesma linha. Isso representa um exemplo de gamificação, que pode aumentar o interesse e a motivação dos estudantes, e que é projetado para estimular a recordação, a fim de começar a construir esquemas de conhecimento em torno dos principais conceitos de IA.</p>

22 Ver <https://iste.org/blog/3-unplugged-activities-for-teaching-about-ai>.

Resultados de aprendizagem	Exemplos de atividades e vantagens pedagógicas
	<p><b>Escrever um algoritmo para fazer o “melhor” sanduíche de manteiga de amendoim e geleia (ou prato de macarrão, arroz ou tamale, ou outro alimento local com o qual as crianças estejam familiarizadas).</b> Isso pode ser realizado individualmente ou em grupo. O foco da atividade é que os estudantes pratiquem a recordação por meio do acesso ao conhecimento sobre o que é um algoritmo e como ele está estruturado, e apliquem isso a um problema específico enquadrado em um contexto familiar.</p> <p><b>Identificar, em grupo, os sistemas de IA na plataforma do YouTube.</b> Nesta atividade de rememoração e identificação, os estudantes se envolvem na recordação, reflexão e construção de esquemas de conhecimento. Nesse currículo, esta atividade estabelece esquemas fundamentais para uma resolução de problemas colaborativa, reflexiva, criativa e mais avançada nas fases posteriores do currículo.</p> <p><b>Criar um classificador na Teachable Machine do Google.</b> Nesta atividade, solicita-se aos estudantes a construção de uma IA na Teachable Machine que classificará fotos de gatos e cães. Porém, eles recebem um conjunto de dados enviesados que não produz resultados consistentes. Este é um exemplo de aprendizagem experiencial facilitada, na qual os estudantes aproveitam uma base de conhecimento sobre IA e desenvolvem habilidades práticas por meio de exploração prática e guiada. Eles devem refletir sobre os resultados de seu trabalho e determinar as causas das inconsistências (vieses). O método de confirmação, no qual os estudantes recebem uma pergunta e a metodologia para confirmar um resultado conhecido, pode ser usado. Em níveis mais avançados, os estudantes podem gerar explicações sobre seus resultados.</p>
<p><b>Entender que todos os sistemas técnicos são sistemas sociotécnicos e que os sistemas sociotécnicos atendem a agendas políticas, pois não são fontes neutras de informação.</b> Os estudantes exploram conceitos como os objetivos declarados e ocultos de algoritmos, vies algorítmico e autonomia humana.</p>	<p><b>Criar uma matriz ética das partes interessadas e dos valores investidos no sanduíche de manteiga de amendoim e geleia (ou outros itens alimentares) dos estudantes.</b> Realizada como uma atividade em grupo ou individual, baseia-se em tarefas anteriores de recordação/identificação, exigindo que os estudantes se envolvam em uma reflexão e uma análise crítica inicial à medida que identificam diferentes partes interessadas e seus interesses e valores potencialmente conflitantes. Isso permite que os estudantes desenvolvam conhecimentos sobre os procedimentos que podem ser aplicados a desafios mais complexos e até mesmo problemas mal definidos.</p>

Resultados de aprendizagem	Exemplos de atividades e vantagens pedagógicas
	<p><b>Usar o YouTube como exemplo, os estudantes constroem uma matriz ética em torno do algoritmo de recomendação do YouTube.</b> Esta atividade exemplifica um exercício de pensamento crítico centrado no estudante que os estudantes leva a conectar a aprendizagem em sala de aula (tanto processual quanto de conteúdo) às suas realidades vividas.</p>
<p><b>Reconhecer que existem muitas partes interessadas em um determinado sistema sociotécnico e que o sistema pode afetar essas partes de formas diferentes.</b> Os estudantes identificam as partes interessadas em IA e seus valores e as metas que os sistemas devem ter para atender às necessidades dessas partes interessadas.</p>	<p><b>Os estudantes refletem sobre as partes interessadas em uma variedade de tecnologias, como redes generativas adversariais (GANs), sistemas de reconhecimento de emoções e softwares que transformam falas em texto.</b> Neste exercício, os estudantes demonstram as suas capacidades de transpor o conhecimento processual adquirido a partir do exemplo da matriz ética das partes interessadas, para os casos do item alimentar e do YouTube, para outras tecnologias, um passo importante no desenvolvimento de habilidades transversais.</p>
<p><b>Aplicar tanto a compreensão técnica sobre IA quanto o conhecimento das partes interessadas, a fim de determinar um objetivo justo para um sistema sociotécnico.</b></p>	<p><b>Os estudantes fazem um <i>brainstorm</i> e redesenham o algoritmo do YouTube para atingir novas metas. Eles identificam os conjuntos de dados e os recursos necessários para a sua elaboração, refletindo as novas metas definidas.</b> Esta abordagem de aprendizagem em grupo baseada em projetos aproveita os princípios construtivistas, bem como o conhecimento técnico adquirido com o curso até o momento, a fim de percorrer os estágios iniciais de um processo de pensamento projetual (até o estágio de protótipo) e cocriar uma solução para, neste caso, um desafio de criação de um perfil ético de partes interessadas diferente para o YouTube. O compartilhamento de projetos facilita a coaprendizagem e a reflexão entre os grupos, e um segundo ciclo de iteração pode ser usado para dar aos estudantes oportunidades de aproveitar o <i>feedback</i> ou o conhecimento adquirido a partir dos colegas.</p>
<p><b>Considerar o impacto da tecnologia no mundo.</b></p>	<p><b>Os estudantes interagem com diferentes tecnologias e respondem a solicitações de escrita criativa e/ou discussão, refletindo sobre seus impactos diretos e estendidos.</b> Além de seguir uma abordagem de investigação e alavancar o pensamento projetual para a aprendizagem baseada em projetos, o currículo procura envolver os estudantes experimentalmente em uma variedade de tecnologias de IA e promover o debate, a discussão e a reflexão sobre as interações entre a tecnologia, as pessoas que a usam, a sociedade em geral e o meio ambiente.</p>

Fonte: Adaptado de Payne, 2019. Disponível em [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

## 5.8 Construir avaliações baseadas em competências sobre a progressão dos principais aspectos da IA

A avaliação das competências em IA de estudantes requer, naturalmente, o uso de avaliações baseadas em competências que precisam ser adaptadas à especificidade e à integração de múltiplos aspectos da IA. Metodologias e instrumentos projetados para tais avaliações são essenciais para avaliar o ponto de partida dos estudantes, medir seus níveis de domínio dos principais aspectos da IA e fornecer referências para avaliar a eficácia das práticas de ensino e a implementação geral do currículo de IA. No entanto, foram feitas poucas tentativas para desenvolver esses tipos de instrumentos para avaliar competências abrangentes de IA cruzando vários níveis de progressão. Portanto, a implementação do MRCE-IA ou do currículo local de IA precisa incluir a construção de um sistema de avaliação que se baseia em competências que englobe propósito e objetivos, tarefas e metodologias autênticas, padrões ou indicadores de *benchmarking* e critérios apropriados ao domínio associados a uma escala de classificação correspondente.

### Estruturar avaliações critério-referenciadas para medir o domínio das competências em IA.

O objetivo principal das avaliações baseadas em competências é medir o nível de domínio dos estudantes em relação a padrões predefinidos ou estruturas de avaliações comparativas, implicando o uso de avaliações critério-referenciadas. Como explicado anteriormente, a educação baseada em competências visa apoiar todos os estudantes a atingir um nível mínimo de domínio de competências, ou seja, os resultados de

aprendizagem fixos com horários mais flexíveis. De acordo com esses modelos, os estudantes que não atenderem aos padrões mínimos dentro de um determinado prazo devem receber apoio adicional até que possam alcançá-los. Para apoiar esse objetivo, um conjunto de critérios de referência deve ser definido para determinar os níveis de domínio dos estudantes em comparação com os padrões predefinidos e recomendar novas experiências de aprendizagem. No contexto do *design* que se baseia em coorte e na organização de atividades pedagógicas, a avaliação ipsativa critério-referenciada de um único estudante – ou de uma coorte-alvo de estudantes – deve ser implementada para diagnosticar as lacunas entre seu nível de domínio e o padrão mínimo, bem como seu desempenho progressivo ao longo do tempo. Embora a avaliação ipsativa da aprendizagem possa ajudar a adaptar experiências personalizadas para os estudantes, a ênfase nos critérios de referência pode evitar a perda da realização direcionada das competências em IA. Isso pode ser estendido à autoavaliação dos estudantes e ao estabelecimento de metas curriculares pessoais.

O MRCE-IA interpreta as competências em IA em resultados de aprendizagem mensuráveis e descreve o desempenho comportamental esperado no nível de saída para cada bloco de competências. Estes podem ser usados como base para estabelecer padrões de *benchmarking* predefinidos, com os quais um repositório de itens de avaliação critério-referenciados pode ser criado para medir o nível de domínio da coorte de estudantes, incluindo, mais especificamente, os aspectos, domínios ou tópicos específicos que eles dominaram e quaisquer áreas que precisam ser aprimoradas.

As avaliações referenciadas por normas, que comparam, de forma individual, um estudante com o resto da coorte no mesmo

curso, não são o foco principal das avaliações baseadas em competências no currículo de IA. No entanto, as agências nacionais ou institucionais responsáveis pelos currículos de IA podem considerar a construção de um conjunto de normas ajustadas dinamicamente do desenvolvimento de competências dos estudantes em aspectos ou domínios-chave da IA, por meio do acompanhamento de longo prazo do desempenho dos estudantes. As avaliações referenciadas por normas também podem fornecer uma visão abrangente das habilidades de um estudante em comparação com seus colegas e um *benchmarking* das competências dos estudantes locais em comparação com estudantes da mesma idade em outros países. A média da norma deve ser medida em relação aos padrões predefinidos de competências em IA para monitorar se os resultados de aprendizagem da maioria dos estudantes excedem, atendem ou estão abaixo dos padrões mínimos. Por fim, o desempenho de diferentes grupos de estudantes em comparação com as normas deve ser desagregado e analisado por idade, gênero ou perfil demográfico, para ajudar a fornecer evidências para a criação de políticas ou estratégias que permitam um apoio de remediação ou suplementar para estudantes desfavorecidos na aprendizagem de IA.

### **Adaptar cenários de prática para avaliar o desempenho explícito e as competências implícitas.**

A tecnologia de IA é projetada para abordar problemas do mundo real, e sua natureza orientada para a prática requer o uso de cenários do mundo real e de tarefas autênticas para medir o desempenho dos estudantes na aplicação de sua mentalidade, princípios éticos, habilidades e conhecimentos, bem como para validar psicometricamente o desenvolvimento dos estudantes de múltiplos aspectos da IA.

A avaliação baseada em competências deve aproveitar totalmente as tarefas que mostram o desempenho comportamental mensurável ou explícito dos estudantes (o que eles podem fazer), o que, muitas vezes, é chamado de “avaliação baseada no desempenho”. No entanto, para atender plenamente às necessidades de avaliação de comportamentos observáveis e competências implícitas que envolvem a centralidade humana da mentalidade e da ética, a transferibilidade do conhecimento conceitual, a adaptabilidade das habilidades práticas e a criatividade no projeto de sistemas de IA, os objetivos e métodos de avaliação do desempenho devem ser adaptados da seguinte forma:

- **Avaliar o desempenho observável e as competências implícitas.** Passar de uma avaliação puramente dos comportamentos observáveis (o que os estudantes já fazem) para o teste psicométrico ou a validação do esquema de conhecimento latente dos estudantes sobre técnicas de IA e habilidades de aplicação (o que eles podem fazer), pensamento crítico centrado no ser humano e avaliação ética e seleção de ferramentas de IA para atender a finalidades específicas (como eles aplicam a ética ao uso da IA).
- **Passar de uma avaliação mecânica da aprendizagem para testar a transferibilidade, a adaptabilidade e a criatividade.** Os métodos de avaliação devem passar de uma medição de operações fixas e repetitivas para um *design* e uso de tarefas variadas para avaliar a maneira pela qual os estudantes podem transferir conhecimentos e habilidades entre diferentes contextos (como os estudantes conseguem transferir

conhecimentos e habilidades) e se adaptar a novas situações. Os métodos também devem mudar (como os estudantes podem se adaptar), passando de um foco limitado nas capacidades dos estudantes de operar ferramentas de IA existentes para como eles podem avaliar criticamente as ferramentas existentes e criar ou cocriar novas ferramentas de IA de forma colaborativa (o que os estudantes podem fazer).

- **Equilibrar avaliações de competência de IA específicas de domínio e integradoras.** Com base nas avaliações específicas do domínio de mentalidade, compreensão e práticas de ética, conhecimento e habilidades, projetar e usar testes autênticos com base em projetos para avaliar as competências integrais dos estudantes de combinar e integrar princípios éticos, conhecimentos e habilidades em IA e pensamento computacional e de engenharia para avaliar de forma crítica ferramentas de IA, redesenhar algoritmos ou cocriar sistemas de IA. Essas avaliações baseadas em projetos de como os estudantes podem integrar as competências em IA para resolver problemas exigem que os desenvolvedores de currículos ou professores projetem tarefas abertas e autênticas; a amplitude das competências necessárias deve ser adaptada aos diferentes níveis de progressão e escalas de classificação apropriadas precisam ser projetadas para refletir a medição de competências abertas e em multicamadas.

- **Configurar tarefas de avaliação autênticas e escalas de classificação para competências em IA.** O *design* dos itens de avaliação pode ser enquadrado pelas especificações detalhadas de cada bloco de competências fornecidas no Capítulo 4. A configuração das tarefas de avaliação, os métodos de gestão da avaliação e os formatos das respostas devem estar alinhados com os requisitos de cada domínio (mentalidade, ética, conhecimento conceitual sobre IA, habilidades operacionais de IA e *design* abrangente do sistema de IA). Isso significa que as tarefas de avaliação específicas devem ser adaptadas de acordo com o desempenho cognitivo e comportamental que pode validar psicometricamente o domínio de *Compreender*, *Aplicar* e *Criar*. Para o nível *Compreender*, as tarefas podem se concentrar mais na compreensão dos conceitos e dos princípios éticos subjacentes ao desempenho, com menos foco em habilidades práticas concretas, enquanto as tarefas no nível *Aplicar* podem se concentrar em habilidades práticas baseadas em problemas e na adaptabilidade para lidar com a variação de tarefas. Em *Criar*, as tarefas de medição podem ser mais sobre a síntese e a programação algorítmica na conceituação de novas ideias, o design de protótipos virtuais ou físicos de novas ferramentas ou sistemas de IA, o conhecimento e as habilidades para testar e otimizar modelos de IA, as habilidades computacionais abrangentes e de engenharia demonstradas na cocriação de IA, bem como a mentalidade centrada no ser humano e os princípios éticos por trás do *design* e dos testes.

Recomenda-se, a seguir, enfoques para as avaliações específicas de domínio, divididos por três níveis de progressão, para deliberação posterior. Além disso, uma lista não exaustiva de exemplos de itens de avaliação é fornecida na **Tabela 5**, a fim de inspirar configurações de instrumentos de avaliação que abranjam todos os tópicos e níveis de progressão do currículo local.

### **1. Mentalidade centrada no ser humano**

1.1 Tomada de opinião baseada em conflito

1.2 Avaliação crítica baseada em conflitos

1.3 Ações sociais baseadas em conflitos

### **2. Ética da IA**

2.1 Orientação de valor ético baseada em cenários

2.2 Comportamentos éticos que se baseiam em cenários

2.3 Elaboração de regras baseadas em cenários

### **3. Técnicas e aplicações de IA**

3.1 Conhecimento e compreensão da IA que se baseiam em problemas

3.2 *Insights* conceituais com base em ferramentas e em operação transferível

3.3 Criação de ferramentas com base em tarefas

### **4. Elaboração (*design*) de sistemas de IA**

4.1 *Design thinking* que se baseia no *design* elaborado

4.2 Configuração do sistema que se baseia no *design*

4.3 Iteração baseada no *design*

As três formas de avaliação sugeridas do *design* de sistema de IA baseiam-se no ambiente virtual da *teachable machine* e em um projeto de simulação sobre a elaboração, o treinamento, o teste e a otimização de um sistema de IA. O projeto deve ser definido em torno de temas relacionados às necessidades do mundo real de promover a inclusão social e usar dados sobre línguas ou características culturais locais ao treinar modelos de IA. Um aspecto crítico da competência integrada de IA é a capacidade abrangente de iterar sistemas de IA com base no *feedback* e, portanto, os métodos tradicionais, como testes em papel, devem ser ampliados para incluir métricas que capturem a capacidade do estudante de conduzir a conceituação tecnológica e criar protótipos e processos para melhorias, juntamente com sua experiência técnica demonstrada nos projetos.

**Tabela 5. Exemplos de tarefas de avaliação**

<b>Mentalidade centrada no ser humano</b>	<b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Compreender</b>
	<b>1.1 Tomada de opinião baseada em conflito.</b>
	<b>1.1.0</b> Um teste integral em papel e/ou computador sobre os principais pontos da “autonomia humana”.
	<b>1.1.1</b> A IA pode ser usada para apoiar decisões humanas sobre valores e questões sociais? Apontar uma fraqueza das tecnologias atuais de IA no apoio a decisões em relação a valores, questões sociais e reações emocionais pessoais.
	<b>1.1.2</b> O que acontecerá se os seres humanos não assumirem a responsabilidade na conceituação e no projeto de sistemas de IA?
	<b>1.1.3</b> A autonomia de máquina se tornará mais forte do que a autonomia humana e a assumirá cada vez mais? Explicar sua opinião.
	<b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Aplicar</b>
	<b>1.2 Avaliação crítica baseada em conflitos.</b>
	<b>1.2.0</b> Um teste integral em papel e/ou computador sobre os principais pontos da “responsabilidade humana”.
	<b>1.2.1</b> Segundo a mídia, a inteligência artificial geral chegará até 2030 e dominará os seres humanos em quase todas as áreas, enquanto alguns especialistas em IA disseram que ela pode nunca surgir. Quem está correto? Avaliar se alguns dos relatórios selecionados da mídia sobre IA vão além das capacidades genuínas das tecnologias de IA.
<b>1.2.2</b> No futuro, todas as atas de reuniões diárias e os relatórios administrativos serão elaborados por IA? A próxima geração de estudantes ainda precisa aprender a sintetizar materiais e elaborar relatórios? Avaliar se um problema específico na vida ou na aprendizagem do tema pode e/ou deve ser resolvido com métodos de IA.	
<b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Criar</b>	
<b>1.3 Interações sociais baseadas em conflitos.</b>	
<b>1.3.0</b> Um teste integral em papel e/ou computador sobre os principais pontos de “Responsabilidade social”.	
<b>1.3.1</b> A IA ajudará os seres humanos a mitigar as ações que impulsionam a mudança climática e proteger o bem-estar do planeta? As sociedades humanas devem mobilizar todos os recursos para treinar modelos de IA de forma ilimitada? Ou o treinamento de modelos de IA gerou impactos irreversíveis na mudança climática? Analise como alguns sistemas de IA podem afetar ambientes e mudança climática e como seus métodos podem ser otimizados.	
<b>1.3.2</b> A IA se tornará uma “assistente de trabalho” indispensável e confiável para os seres humanos, ou uma ameaça à segurança, à inclusão, à equidade, à justiça e a outras normas sociais das sociedades humanas? Refletir, de forma crítica, sobre o possível impacto da IA nas sociedades humanas.	
<b>1.3.3</b> A IA criará empregos para todos os grupos de pessoas, de forma igualitária, ou a implantação da IA causará mais desigualdade em termos do desenvolvimento econômico na conexão dos mercados mundiais e seu contexto local? Avaliar de forma crítica os motivos pelos quais a IA se tornou cada vez mais importante e como ela pode afetar a economia local e o mercado de trabalho.	
<b>1.3.4</b> As empresas de IA alegam que estão desenvolvendo ferramentas de IA para todos. A IA aumentará ou ameaçará a inclusão e a equidade? Avaliar de forma crítica as implicações de uma ampla adoção da IA para a inclusão e a equidade em seu contexto local.	

Ética da IA	<b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Compreender</b>
	<b>2.1 Orientação de valor ético baseada em cenários.</b>
	<b>2.1.0</b> Um teste integral em papel e/ou computador sobre os principais pontos dos “Princípios éticos”.
	<b>2.1.1</b> Você nunca deu consentimento para o uso de seus dados pessoais para treinar modelos de IA. Isso quer dizer que seus dados pessoais estão protegidos e seguros? Descrever como os dados pessoais <i>online</i> têm sido coletados e usados sem consentimento.
	<b>2.1.2</b> Você apenas inseriu seus dados pessoais em um <i>prompt</i> para solicitar a um sistema de IA generativa “confiável” apoio para redigir uma carta de recomendação. É possível assegurar que seus dados privados não serão divulgados? Descrever como dados pessoais confidenciais podem ser coletados por meio de solicitações ou interações com sistemas de IA.
	<b>2.1.3</b> As plataformas de compartilhamento de vídeos, como YouTube e TikTok, parecem entender que tipo de vídeos os usuários podem gostar e sabem como recomendar vídeos que serão de interesse para os usuários. Identificar questões éticas em torno dos algoritmos de recomendação de vídeo usados pelas plataformas de conteúdo audiovisual.
	<b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Aplicar</b>
	<b>2.2 Comportamentos éticos que se baseia em cenários.</b>
	<b>2.2.0</b> Um teste integral em papel e/ou computador sobre os principais pontos de “Uso seguro e responsável”.
	<b>2.2.1</b> Explicar por que a segurança dos dados deve ser considerada ao desenvolver e usar aplicativos de IA.
<b>2.2.2</b> Se quisermos nos beneficiar dos serviços úteis oferecidos por um sistema de IA, é necessário renunciar de parte de nossa privacidade pessoal para usufruir dos benefícios? Explicar por que a privacidade de dados deve ser considerada ao desenvolver e usar aplicativos de IA.	
<b>2.2.3</b> “Testei muitas plataformas de IA e elas sempre forneceram um serviço que excedeu as minhas expectativas, então não preciso receber explicações sobre como esses modelos de IA funcionam”. Avaliar esta afirmação e descrever o conceito de IA explicável.	
<b>2.2.4</b> “Usei uma foto de um dos meus amigos para gerar um vídeo usando uma ferramenta de IA generativa e parece muito real, e postei <i>online</i> por diversão; usei um sistema de IA generativa para criar redações com base em meus <i>prompts</i> ‘criativos’ e as publiquei em meu nome”. Avaliar uma ou ambas as afirmações e descrever possíveis problemas legais que podem surgir ao usar conteúdos gerado por IA ou ao reivindicá-los como “seu” trabalho.	
<b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Criar</b>	
<b>2.3 Elaboração de regras baseadas em cenários.</b>	
<b>2.3.0</b> Um teste integral em papel e/ou computador sobre os principais pontos de “Cocriação de regras éticas”.	
<b>2.3.1</b> Seu país ou escola (distrito) desenvolveu regulações sobre o uso de IA (ou IA generativa)? Se sim, avaliar de forma crítica as regulações em relação aos princípios fundamentais da “Recomendação sobre a Ética da IA”, da UNESCO, e/ou com a Lei de IA da UE. Se não, desenvolva uma proposta para justificar a necessidade de criar regulações e descrevera os principais pontos que elas devem cobrir.	
<b>2.3.2</b> Crie orientações éticas para você e seus colegas sobre o uso de plataformas de recomendação de vídeo ou sistemas de IA generativa.	
<b>2.3.3</b> Crie um conjunto de regras éticas para o uso seguro e responsável de IA em sua escola e em casa.	
<b>2.3.4</b> Crie normas regulatórias para a tecnologia de interface cérebro-computador (BCI).	

Técnicas e aplicações de IA	<p><b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Compreender</b></p>
	<p><b>3.1 Conhecimento e compreensão da IA baseada em problemas.</b></p> <p><b>3.1.0</b> Análise baseada em competências ou critério-referenciadas sobre os principais conhecimentos conceituais sobre IA.</p> <p><b>3.1.1</b> Descrever ou exemplifique (usando ferramentas) o que a IA é e o que ela não é; ou dar exemplos de ferramentas pessoais, escolares ou públicas que são apoiadas por IA.</p> <p><b>3.1.2</b> Explicar a diferença entre IA forte e IA fraca.</p> <p><b>3.1.3</b> Descrever o conceito básico de <i>big data</i>; dar alguns exemplos de uso indevido de <i>big data</i>.</p> <p><b>3.1.4</b> Explicar como os modelos de aprendizagem de máquina são treinados, testados e otimizados, detalhando porque os dados desempenham um papel importante no treinamento, no desenvolvimento e em outras iterações de um modelo de IA.</p> <p><b>3.1.5</b> Explicar como a aprendizagem profunda se relaciona com a aprendizagem de máquina.</p> <p><b>3.1.6</b> Definir o termo “rede neural artificial” (ou outros conceitos-chave aplicáveis ao nível <i>Compreender</i>).</p>
	<p><b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Aplicar</b></p>
	<p><b>3.2 Insights conceituais que se baseiam em ferramentas e operação transferível.</b></p> <p><b>3.2.0</b> Análise critério-referenciada, baseada em computador, sobre a fluência, transferibilidade e adaptabilidade das habilidades operacionais em dados, algoritmos e programação.</p> <p><b>3.2.1</b> Dar exemplos de aplicativos que utilizam algum dos elementos a seguir: processamento de linguagem natural, visão computacional, reconhecimento de fala, reconhecimento de imagem, sistemas de agentes autônomos, detecção de emoções, previsão baseada em dados ou IA generativa.</p> <p><b>3.2.2</b> Explicar como a aprendizagem supervisionada, a aprendizagem não supervisionada e a aprendizagem de reforço funcionam em um nível básico.</p> <p><b>3.2.3</b> Dar exemplos de algoritmos típicos de IA nas categorias de aprendizagem supervisionada, aprendizagem não supervisionada e aprendizagem por reforço; dar exemplos de ferramentas que usam alguns desses algoritmos típicos.</p> <p><b>3.2.4</b> Explicar quais algoritmos de IA são usados e integrados por um determinado sistema de IA generativo.</p> <p><b>3.2.5</b> Dar exemplos de dois ou três conjuntos de dados de código aberto e bibliotecas de algoritmos de IA; explicar as vantagens e limitações de conjuntos de dados de código aberto e bibliotecas de algoritmos.</p>
	<p><b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Criar</b></p>
	<p><b>3.3 Criação de ferramentas com base em tarefas.</b></p> <p><b>3.3.0</b> Trabalho individual ou em grupo que se baseia em computador para personalizar o(s) <i>kit(s)</i> de ferramentas de IA existente(s) e criar uma ferramenta de IA baseada em tarefas.</p> <p><b>3.3.1</b> Explicar como sensores, <i>softwares</i> de rastreamento e outras ferramentas são usados por pesquisadores e <i>designers</i> de IA para coletar dados que podem ser usados para treinar modelos de IA.</p> <p><b>3.3.2</b> Explicar e/ou demonstrar, por meio de operações, como encontrar e reutilizar conjuntos de dados de código aberto e de bibliotecas de algoritmos de IA; avaliar os benefícios e riscos em comparação com as opções de IA de empresas privadas.</p> <p><b>3.3.3</b> Preparar um plano de elaboração e de desenvolvimento de uma ferramenta de IA baseada em tarefas para atender às necessidades do mundo real dentro e fora do contexto local. O plano deve abranger os seguintes critérios em um nível adequado à idade: análise crítica das ferramentas de IA existentes, avaliação da necessidade de dados, métodos para coletar e processar dados, algoritmos e linguagens de programação de IA apropriados, ferramentas ou sistemas de IA de código aberto que podem ser personalizados ou ajustados e parâmetros para o teste das ferramentas de IA.</p>

<b>Projeto de sistemas de IA</b>	<b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Compreender</b>
	<p><b>4.1 Design thinking com base em projetos.</b></p> <p><b>4.1.0</b> Testes simulados no escopo do problema para o projeto de sistema de IA. Solicite que os estudantes produzam um relatório e/ou uma exposição oral sobre o escopo do problema ou sobre uma proposta de projeto. O relatório pode ser avaliado de acordo com os seguintes critérios: porque a IA deve ser usada para o problema com base em uma lista de verificação, bem como a declaração do problema, incluindo os principais requisitos ou recursos dos sistemas de IA, como algoritmos, conjuntos de dados e funcionalidades.</p> <p><b>4.1.1</b> Explicar os motivos pelos quais um desafio específico do mundo real (dado pelos professores) não deve ser resolvido por uma ferramenta de IA.</p> <p><b>4.1.2</b> Teste baseado em computador sobre técnicas de pré-processamento de dados, com base em conjuntos de dados de código aberto, incluindo o ajuste do aumento de dados, o tratamento de valores atípicos, a análise de distorção ou desequilíbrio do conjunto de dados, o treinamento do modelo com base em conjuntos de dados modificados e a observação sobre como o pré-processamento de dados afeta o desempenho do modelo em comparação com o conjunto de dados fornecido.</p>
	<b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Aplicar</b>
	<p><b>4.2 Configuração do sistema com base em projeto.</b></p> <p><b>4.2.0</b> Testes baseados em computador sobre a configuração arquitetônica da IA. A operação simulada pode ser avaliada usando os seguintes critérios: avaliação e seleção de estruturas para arquiteturas de IA, avaliação e escolha de soluções para as camadas e os componentes da arquitetura de IA, a configuração de uma arquitetura de protótipo, bem como a apresentação da configuração.</p> <p><b>4.2.1</b> Explicar como os conjuntos de dados de código aberto e as bibliotecas de programação de IA podem ser aproveitados para construir um sistema de IA incluindo as plataformas ou os sistemas operacionais de computação em nuvem acessíveis localmente e o <i>software</i> necessário para o treinamento de modelos de aprendizado de máquina.</p> <p><b>4.2.2</b> Explicar quais critérios devem ser considerados para otimizar a eficiência e minimizar o desperdício de recursos computacionais ao configurar a arquitetura de IA.</p> <p><b>4.2.3</b> Calcule o consumo de recursos de computação do modelo de IA selecionado e elabore estratégias para melhorar a eficiência dos métodos de IA, a fim de reduzir seu impacto ambiental.</p>
	<b>NÍVEIS DE PROGRESSÃO / Criar</b>
	<p><b>4.3 Iteração baseada em projeto.</b></p> <p><b>4.3.0</b> Otimização simulada baseada em computador de um modelo simples de IA incluindo a otimização operacional dos conjuntos de dados, dos algoritmos e do ajuste de parâmetros, bem como a elaboração de funcionalidades e interfaces; e/ou reconfiguração das arquiteturas, incluindo a modificação do escopo do problema.</p> <p><b>4.3.1</b> Elabore um conjunto de métricas para o teste de desempenho de um sistema de IA exemplar. Explicar quais métricas podem ser projetadas ou adaptadas para apoiar a medição do desempenho do sistema e para coletar <i>feedback</i> dos usuários finais sobre as implicações sociais e o impacto ambiental. Dar exemplos de ferramentas de código aberto que podem conduzir e relatar o teste de desempenho de um sistema de IA.</p> <p><b>4.3.2</b> Com base nos resultados de testes de desempenho simulados e no <i>feedback</i> do usuário, elabore um relatório para explicar qual decisão deve ser tomada em um sistema de IA e por quê. Inclua explicações de decisões para otimizar, reconfigurar e desativar o sistema; apresente o plano de otimização ou reconfiguração, ou as estratégias de mitigação, caso o sistema de IA tiver o potencial de causar danos.</p> <p><b>4.3.3</b> Dar exemplos de comunidades <i>online</i> acessíveis localmente de cocriadores de IA; explicar o que um estudante pode fazer nessas comunidades.</p>

Formatos ágeis de avaliações concretas e escalas de classificação correspondentes que se encaixam perfeitamente em diferentes itens e objetivos de avaliação devem ser elaborados, testados e otimizados. Isso pode incluir avaliações formativas e entre pares na forma de ensaios reflexivos, apresentações orais ou relatórios de testes de ferramentas de IA por usuários, bem como avaliações sumativas em papel e/ou por meio de *design* que se baseia em computador ou “desconectado”, incluindo protótipos de ferramentas de IA ou desenho de algoritmos, redações sobre estudos de caso a respeito de questões éticas de IA, relatórios técnicos sobre o projeto e o desenvolvimento de ferramentas ou sistemas de IA, o aperfeiçoamento ou o treinamento simulado de modelos de IA e a montagem ou a criação de *hardware*.

Essa grande variedade de métodos concretos deve ser examinada de maneira diferenciada em relação às necessidades específicas dos aspectos e infundida de forma flexível na implementação

do MRCE-IA. O uso de ferramentas de IA para avaliações também surge como um novo método suplementar de avaliação – por exemplo, automatizando a coleta de dados sobre processos de aprendizagem e domínios formativos diretamente com os estudantes ou com os sistemas de gestão de aprendizagem, personalizando as avaliações para os estudantes de acordo com sua capacidade ou formação linguística e cultural, ou facilitando a tomada de decisão dos professores sobre estratégias de ensino. Embora as oportunidades oferecidas pela IA para aprimorar as avaliações devam ser revisadas dinamicamente e aproveitadas de maneira adequada, é fundamental examinar e regular questões éticas relacionadas à coleta e ao uso de dados dos estudantes, aos riscos de usar recomendações e previsões de IA nas avaliações – especialmente aquelas de maior importância – e à redução da autonomia dos professores nas avaliações, particularmente as oportunidades de os professores obterem *insights* a partir da análise dos processos de aprendizagem.

## Conclusão

O “Marco referencial de competências em IA para estudantes” apresenta um programa orientado para a ação, com base em três suposições básicas sobre o papel da educação como resposta à adoção generalizada de IA no mundo atual. A primeira é que o setor educacional, em vez de apenas se adaptar aos sistemas e ferramentas de IA, deve ser proativo no desenvolvimento das competências necessárias para moldar a IA ética e ecológica. A segunda, que os estudantes devem adquirir as competências necessárias para atuar como usuários críticos e responsáveis e cocriadores de IA, bem como líderes na definição e concepção da próxima geração de tecnologias de IA. A terceira suposição é que as competências em IA dos estudantes devem ser construídas em torno da convergência de uma mentalidade e atitudes centradas no ser humano, ética internalizada da IA, conhecimento conceitual transferível e habilidades em IA, bem como pensamento preparado para o futuro em relação ao *design* do sistema de IA. Como o desenvolvimento de competências em IA vai muito além de meras habilidades técnicas associadas à aprendizagem de codificar ou

operar ferramentas de IA, a integração da aprendizagem relacionada à IA requer uma abordagem interdisciplinar para a integração curricular, abrangendo disciplinas relacionadas a ciência, tecnologia, engenharia, arte e matemática, aos estudos sociais e à educação para a cidadania.

Este “Marco referencial de competências em IA para estudantes” representa uma primeira tentativa de fornecer um modelo global para orientar uma integração centrada no ser humano da aprendizagem relacionada à IA no currículo. Informada por conhecimentos e consultas em nível internacional, serve como uma referência mundial a ser adaptada em diversos contextos educacionais locais. É somente adaptando e testando o marco entre professores e formadores de professores em diversos ambientes, e trazendo à tona *insights* de sua prática contextualizada, que o marco referencial pode ser ainda mais refinado. Assim, o marco é um documento vivo que precisará ser continuamente revisado com base na análise da prática em uma diversidade de contextos, bem como em resposta a novas iterações de tecnologias de IA que surgirão.

## Referências

- International Energy Agency (IEA). *Electricity 2024*. Paris, 2024. <https://www.iea.org/reports/electricity-2024>.
- International Energy Agency (IEA). *World energy statistics and balances*. Paris, 2022. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/world-energy-statistics-and-balances>.
- Patrick, S.; Sturgis, C. *An introduction to the National Summit on K-12 Competency-Based Education*. Arlington, Aurora Institute, 2017. <https://aurora-institute.org/wp-content/uploads/CompetencyWorks-AnIntroductionToTheNationalSummitOnK12CompetencyBasedEducation.pdf>.
- Payne, B. H. *An ethics of artificial intelligence curriculum for middle school students*. Cambridge, MIT Media Lab., 2019. <https://thecenter.mit.edu/wp-content/uploads/2020/07/MIT-AI-Ethics-Education-Curriculum.pdf>.
- República da Coreia. Ministério da Ciência e TIC. “IT 강국을 넘어 AI 강국으로!” 범정부 역량을 결집하여 AI 시대 미래 비전과 전략을 담은 ‘AI 국가 전략 발표 [“Além de uma potência de TI, para uma potência de IA!” Anúncio da “Estratégia Nacional de IA” contendo a visão e a estratégia para o futuro da era da IA: consolidando as capacidades de todo o governo]. Sejong-si, Ministério da Ciência e TIC, 2019. (em coreano). <https://doc.msit.go.kr/SynapDocViewServer/viewer/doc.html?key=3035e1e0a5df-4f1a9395b5284512a908>.
- UNESCO. *AI in the United Arab Emirates ‘computing, creative design and innovation K-12 curriculum: a case study*. Paris, 2024. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388652>.
- UNESCO. *Consenso de Beijing sobre a inteligência artificial e a educação*. Paris, 2019. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372249>.
- UNESCO. *Currículos de IA para a educação básica: um mapeamento de currículos de IA aprovados pelos governos*. Paris; Brasília, 2022b. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_por).
- UNESCO. *Recomendação sobre a Ética da Inteligência Artificial*. Paris; Brasília, 2022a. [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137_por).
- UNESCO. *Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação*. Paris; Brasília, 2021. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381115>.
- Williams, R.; Kaputsos, S. P.; Breazeal, C. Teacher perspectives on how to train your robot: a middle school AI and ethics curriculum. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, v. 35, n. 17. Washington, DC, Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI), p. 15678-15686, 2021. <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i17.17847>.
- World Bank. *Green digital transformation: how to sustainably close the digital divide and harness digital tools for climate action*. Washington, DC, 2023. (Climate change and development series). <http://hdl.handle.net/10986/40653>.
- World Bank; International Telecommunication Union (ITU). *Measuring the emissions & energy footprint of the ICT Sector: implications for climate action*. Washington, DC: World Bank; Geneva, ITU, 2024. <https://www.itu.int/hub/publication/d-ind-clim-2023-01>.



unesco

Organização  
das Nações Unidas  
para a Educação,  
a Ciência e a Cultura

# Marco referencial de competências em IA para estudantes

O “Marco referencial de competências em IA para os estudantes”, apresentado no presente documento, baseia-se em uma visão ambiciosa, que vai muito além das noções populares sobre a alfabetização em IA. O objetivo é apoiar os estudantes para que se tornem não apenas usuários eficazes e éticos de ferramentas de IA, mas também cocriadores no projeto de uma IA mais inclusiva e ambientalmente sustentável. O marco define os valores, bem como o conhecimento fundamental e as habilidades transferíveis, necessários para entender e usar os sistemas de IA com pensamento crítico e de maneira segura, eficaz e significativa em diferentes níveis de domínio. Também propõe especificações detalhadas sobre quais tópicos de IA podem ser abordados e quais métodos pedagógicos podem ser implantados para facilitar a compreensão, a aplicação e a criação de IA pelos estudantes. Além disso, fornece orientação para a integração curricular da aprendizagem relacionada à IA, a organização de sequências de aprendizagem e a elaboração de avaliações baseadas em competências. Vistas como um conjunto integral de capacidades necessárias para uma cidadania responsável na era da IA, as competências descritas neste marco fundam-se em princípios de inclusão, centralidade da autonomia humana, não discriminação e respeito pela diversidade linguística e cultural.

ISBN: 978-65-86603-48-4



9 786586 603484

