

## Estratégias e recursos para desenvolver a literacia em Inteligência Artificial no Ensino Básico

CARLOS ALBERTO SILVA

calbsilva@gmail.com

Agrupamento de Escolas de Porto de Mós

### Resumo

Este artigo faz uma breve revisão dos conceitos e do impacto da Inteligência Artificial no nosso quotidiano, realçando a urgência de incluir esta temática nos currículos escolares; faz ainda um apanhado e avaliação de vários recursos e projetos didáticos, muitos deles utilizando o Scratch como ferramenta de programação de aplicações inteligentes pelas crianças, que permitem esse desiderato.

### Palavras-chave:

Inteligência artificial, Aprendizagem de Máquina, literacia em IA, competências, Scratch, ensino básico.

### Abstract

This article makes a brief review of the concepts and the impact of Artificial Intelligence in our daily life, emphasizing the urgency of including this theme in school curricula; it also makes a survey and evaluation of several didactic resources and projects, many of them using Scratch as a tool for programming intelligent applications by children, which allow this aim.

### Key concepts:

Artificial intelligence, Machine Learning, AI literacy, skills, Scratch, basic education.

## Introdução

A inteligência artificial (IA) está cada vez mais integrada nas tecnologias que usamos no dia a dia. Os mais evidentes são os assistentes virtuais, desde a Alexa da Amazon, a Siri da Apple, a Cortana da Microsoft e o Google Assistant, até uma quantidade inimaginável de «chatbots» interativos que sugerem produtos ou serviços, de acordo com o nosso histórico de buscas na internet. Para além do Comércio e Serviços, as aplicações da IA estendem-se à Finança, à Saúde, à Justiça, à Educação, à Indústria, à Agro-pecuária, à Domótica e a todos os outros domínios da atividade humana.

Para os mais pequenos, há já uma oferta variada de brinquedos e «gadgets» baseados em IA, como uma Barbie que interage com a sua proprietária ou o robot Cozmo, este com grande potencial pedagógico.

No entanto, os utilizadores raramente reconhecem quando estão a interagir com objetos que usam a IA, o que acaba por limitar a sua capacidade de agir como consumidores críticos e conscientes.

### 1. O que é a IA?

Mas, afinal, o que é a Inteligência Artificial? A definição ainda não é consensual e está em permanente evolução, pelo que optamos pela da IBM (2020), que defende que a IA é «a capacidade de um computador

ou máquina de imitar a mente humana - aprendendo com exemplos e experiências, reconhecendo objetos, entendendo e respondendo à linguagem, tomando decisões, resolvendo problemas - e combinando essas e outras capacidades para realizar funções que um ser humano pode executar».

O seguinte esquema (figura 1) apresenta a IA e suas sub-divisões e a relação destas com a Ciência de Dados, uma área científica independente que usa diversas tecnologias, modelos e metodologias para recuperar, verificar, validar, armazenar e processar informações, principalmente com fins empresariais, mas não só.

As aplicações de Aprendizagem de Máquina são baseadas numa rede neural, que é «uma rede de cálculos algorítmicos que tenta imitar a perceção e o processo de pensamento do cérebro humano» (IBM, 2020).

Já a Aprendizagem Profunda é baseada em várias redes neurais profundas, «redes neurais com várias camadas ocultas, cada uma das quais refina ainda mais as conclusões da camada anterior» (IBM, 2020).

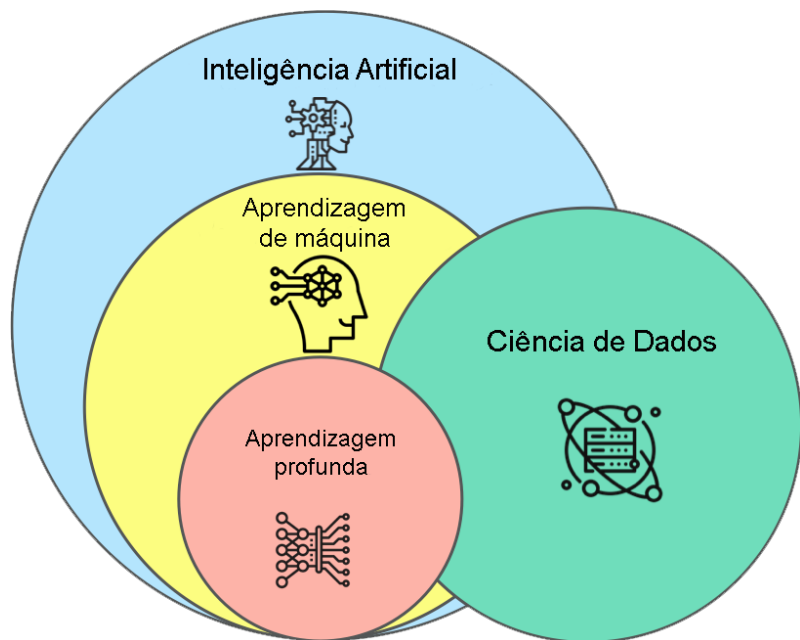


Figura 1 - a IA, suas subdivisões e interrelações  
Adaptado de EBRAHIM (2019)

O gráfico da Figura 2 apresenta as principais áreas em que a Inteligência Artificial está a ser desenvolvida (e usada) nos dias de hoje, prevendo-se, a curto prazo, a sua acelerada expansão e aprofundamento, mobilizando enormes investimentos por parte de organizações e governos, que procuram a liderança em termos mundiais. Destacam-se nesta corrida os EUA, a China e a União Europeia (com muitas

disparidades entre os diversos países que a constituem), mas também a Índia, o Japão e outros países do Extremo Oriente.

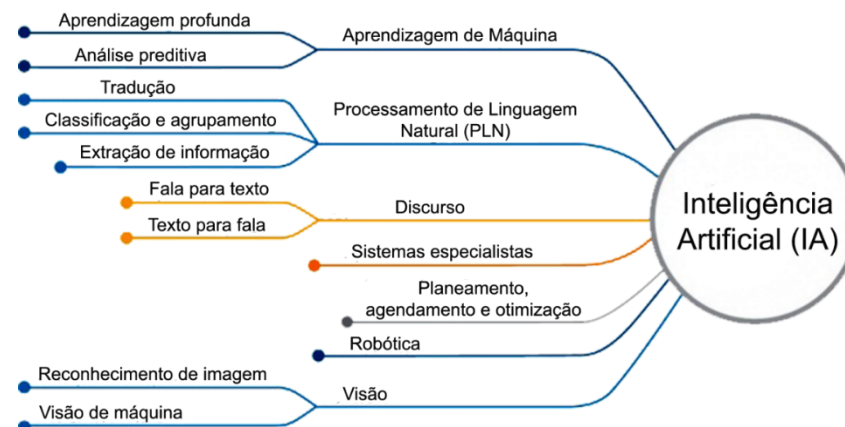


Figura 2 - principais áreas de intervenção da IA  
(adaptado de Neota Logic)

Por sua vez, o grupo independente de peritos de alto nível sobre a inteligência artificial, criado pela Comissão Europeia em junho de 2018 para estudar esta temática, define a IA da seguinte forma, mantendo no entanto algumas reservas (GPAN-IA, 2019, p. 8):

«Os sistemas de inteligência artificial (IA) são sistemas de software (e eventualmente também de hardware) concebidos por seres humanos, que, tendo recebido um objetivo complexo, atuam na dimensão

física ou digital percecionando o seu ambiente mediante a aquisição de dados, interpretando os dados estruturados ou não estruturados recolhidos, raciocinando sobre o conhecimento ou processando as informações resultantes desses dados e decidindo as melhores ações a adotar para atingir o objetivo estabelecido. »

## 2. Impactos da IA

Todas as tecnologias têm impactos positivos e negativos nas sociedades. Para além de imensos benefícios, a IA traz-nos diversas ameaças e perigos. O desemprego, provocado pela substituição de trabalhadores humanos por máquinas autónomas, é uma das principais preocupações (embora se preveja a emergência de inúmeros outros novos empregos, sobretudo na área tecnológica). Mas também a discriminação (social e racial), a censura (é ver o funcionamento dos algoritmos do Facebook a bloquear determinadas imagens e textos), o controlo de massas (ver o exemplo chinês), a invasão da privacidade, o uso não supervisionado da IA na espionagem e nos conflitos bélicos, as «fake news» e as «deepfakes», entre outros.

As profundas implicações éticas da IA no mundo atual levam investigadores e organizações a pressionar os governos para que definam regras e limites para o seu uso e desenvolvimento. A este propósito,

empresas como a Microsoft assumem um conjunto de princípios éticos que regulam as suas práticas (Microsoft Corporation, 2020):

Justiça - Os sistemas de AI devem tratar todas as pessoas de forma justa.

Confiabilidade e Segurança - Os sistemas de AI devem funcionar de forma confiável e segura.

Segurança e Privacidade - Os sistemas de AI devem ser seguros e respeitar a privacidade.

Inclusão - Os sistemas de AI devem capacitar a todos e envolver as pessoas.

Transparência - Os sistemas de AI devem ser compreensíveis.

Responsabilidade - As pessoas devem ser responsáveis pelos sistemas de AI.

Por seu lado, a União Europeia definiu os «Requisitos para uma Inteligência Artificial de confiança» (Comissão Europeia, 2019):

Transparência - Conhecem-se as limitações do produto? Os utilizadores foram informados dessas limitações?

Capacidade de responsabilização - Há um sistema de auditoria externa? Há uma entidade para denunciar vulnerabilidades, ou comportamento injusto do sistema?

Segurança e robustez - Sabe-se qual o impacto de o sistema falhar (e.g. fornecer dados errados, não estar disponível)?

Privacidade e controlo dos dados - O sistema é compatível com o RGPD? Os utilizadores podem revogar o consentimento dado?

Promoção do bem-estar social e ambiental - Os sistemas promovem o bem-estar da sociedade? Contribuem para a proteção ambiental?

Diversidade e justiça - O sistema inclui uma ampla gama de preferências e habilidades individuais? Existem processos para monitorizar a imparcialidade de um sistema?

Garantia da autonomia humana - Há um botão de stop caso seja preciso interromper abruptamente o sistema? O sistema avisa os seres humanos de que as decisões são feitas por algoritmos?

### **3. A literacia em IA**

Por tudo isto, urge desenvolver uma «literacia em IA», começando desde cedo, com as crianças em idade escolar.

Duri Long e Brian Magerko, do Georgia Institute of Technology, definem a literacia em IA como «um conjunto de competências que permitem aos indivíduos usar o seu sentido crítico para avaliar, comunicar, colaborar e usar a IA no seu quotidiano de forma consciente» (Long e Magerko, 2020, p. 4 a 7). Os autores identificam dezasseis

competências-chave, a saber:

Competência 1 (Reconhecimento da IA) - Distinguir artefactos tecnológicos que usam dos que não usam IA.

Competência 2 (Compreensão da inteligência) - Distinguir inteligência humana, animal e de máquina.

Competência 3 (Interdisciplinaridade) - Reconhecer que existem muitas maneiras de conceber e desenvolver máquinas «inteligentes».

Competência 4 (Geral x Estreita) - Distinguir entre IA geral (AGI) e IA estreita (ANI).

Competência 5 (pontos fortes e fracos da IA) - Identificar os problemas em que a IA se destaca e os que são mais desafiadores para a IA.

Competência 6 (Imaginar o futuro da IA) - Imaginar possíveis aplicações futuras da IA, considerando os seus efeitos no mundo.

Competência 7 (Representações) - Entender o que é uma representação do conhecimento.

Competência 8 (Tomada de decisão) - Reconhecer como os computadores raciocinam e tomam decisões.

Competência 9 (Etapas da AM) - Entender as etapas da aprendizagem de máquina e as práticas e desafios que cada etapa envolve.

Competência 10 (Papel Humano na IA) - Reconhecer que os seres

---

humanos desempenham um papel importante na programação, na escolha de modelos e na afinação dos sistemas de IA.

Competência 11 (Literacia de Dados) - Entender os conceitos básicos de literacia de dados.

Competência 12 (Aprender com dados) - Reconhecer que, geralmente, os computadores aprendem com os dados.

Competência 13 (Interpretação crítica de dados) - Entender que os dados não podem ser tomados como um valor absoluto e requerem interpretação.

Competência 14 (Ação e reação) - Entender que alguns sistemas de IA têm a capacidade de agir e reagir fisicamente sobre o mundo.

Competência 15 (Sensores) - Entender que os computadores percebem o mundo usando sensores; identificar sensores em diversos dispositivos; reconhecer que diferentes sensores suportam diferentes tipos de representação e raciocínio sobre o mundo.

Competência 16 (Ética) Identificar e descrever diferentes perspectivas sobre as principais questões éticas em torno da IA.

É claro que a integração nos currícula escolares destas temáticas deve ser adequada às características etárias dos alunos de cada ciclo / nível de ensino.

Em Portugal, a «Estratégia Nacional para a Inteligência Artificial», no âmbito do InCode 2030, prevê no eixo Inclusão e Educação «disseminar conhecimentos generalistas sobre IA», nomeadamente através do ensino dos «fundamentos das ações de replicação da aprendizagem de máquina». No entanto, estas intenções parecem-nos muito vagas, limitadas à ação dos clubes Ciência Viva e pouco mais.

#### **4. Recursos em linha para iniciação aos conceitos da IA**

Existe em linha uma quantidade enorme de recursos educativos que poderão ser adaptados para a realidade portuguesa, de forma a desfazer rapidamente o hiato em relação a outros países, onde estas questões estão já a ser abordadas de forma sistemática e integrada. De entre estas, escolhemos e analisámos algumas que consideramos mais úteis e significativas e que passamos a apresentar.

##### *AI Experiments*

<http://experiments.withgoogle.com/collection/ai>

Integrada na plataforma «Experiments with Google» a secção AI Experiments define-se a si própria como uma montra de divulgação «de

experiências simples que tornam mais fácil para qualquer pessoa começar a explorar a aprendizagem de máquina por meio de imagens, desenhos, linguagem, música e muito mais».

Entre os vários projetos apresentados, recomendamos em particular dois, para uma primeira sensibilização dos alunos à temática da Inteligência Artificial:

- QuickDraw ( <http://quickdraw.withgoogle.com> ), uma rede neural que consegue aprender a reconhecer os rabiscos efectuados pelo utilizador;
- SemiConductor ( <http://semiconductor.withgoogle.com> ), uma aplicação que permite «reger» uma orquestra virtual, movendo os braços em frente à câmara do computador.

### ***AI-unplugged***

<https://www.aiunplugged.org>

Dois professores alemães, Annabel Lindner e Stefan Seegerer, criaram um conjunto de cinco actividades de «programação sem computadores» em torno da temática da IA. Os documentos com as instruções e materiais imprimíveis estão disponíveis para descarga em alemão, inglês e coreano, e destinam-se a alunos do Ensino Básico e/ou Secundário.

### ***AI+ME***

<https://edu.readyai.org/pt-pt/courses/ai-me-1>

A empresa ReadyAI disponibiliza vários cursos em linha, alguns deles gratuitos. O curso “AI+ME”, gratuito, é (até ver) o único em Português e proporciona aos jovens alunos uma iniciação aos conceitos básicos da IA. As actividades têm a duração total de cerca de uma hora. Para quem optar por se registar, é possível obter um diploma final.

### ***AI for Oceans***

<https://code.org/oceans>

A plataforma code.org disponibiliza uma actividade com cerca de uma hora de duração (no contexto da Hour of Code) em que os alunos ensinam um robot a distinguir diversos tipos de lixo marinho. No final, é emitido um certificado, sem exigir registo.

### ***Apps for Good / Machine Learning Course***

[www.appsforgood.org/courses/machine-learning](http://www.appsforgood.org/courses/machine-learning)

Excelente base de recursos do projecto Apps for Good sobre Inteligência Artificial, para adaptar à nossa realidade: planos de aula, manuais, fichas de actividade e outros materiais, em inglês. Recomenda-

se sobretudo aos docentes, como fonte de inspiração.

### ***Elements of AI***

<https://course.elementsofai.com/>

Elements of AI é uma série de cursos online gratuitos criados pela empresa Reaktor, em colaboração com a Universidade de Helsínquia. Em inglês (pode usar-se o tradutor do Chrome para verter as páginas numa versão aceitável de português brasileiro). Recomendado a docentes que queiram aprofundar os seus conhecimentos sobre IA.

### ***Plataforma Scratch***

<http://scratch.mit.edu/>

O Scratch 3 já inclui algumas extensões do âmbito da Inteligência Artificial: «vídeo sensorial», «texto para fala» (colaboração com a Amazon) e «traduzir» (colaboração com a Google). É previsível que, entretanto, com a emergência da IA nos currícula escolares, venham a ser adicionadas mais.

### ***Google Teachable Machine***

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

Plataforma gratuita de treino de «modelos» de AM, a partir de imagens, áudio e pose. Segundo a apresentação do projecto, esta é «uma maneira rápida e fácil de criar modelos de aprendizagem de máquina para os seus sites, aplicações e muito mais - sem necessidade de conhecimento ou codificação».

Os dados (imagens e sons) podem ser carregados de uma fonte externa ou gravados diretamente com a câmara ou o microfone do computador. Os modelos podem ser guardados no Google Drive (é preciso ter conta Google e autenticar-se), descarregados para o computador ou «linkados» e integrados no programa de destino.

Em inglês (para a língua portuguesa, usar a tradução automática do Chrome).

## **5. Plataformas de aprendizagem de máquina para crianças**

A Aprendizagem de Máquina é uma das vertentes da Inteligência Artificial mais exploradas nos vários projectos de IA para crianças que encontramos. Estes utilizam plataformas baseados em Scratch para programar as «aplicações inteligentes». O domínio básico do Scratch pelos alunos é, pois, indispensável.

Acessoriamente, estes projetos funcionam com o apoio de plataformas



externas de criação de modelos ou integrando os seus próprios motores de treino de modelos.

O diagrama a seguir ilustra sumariamente como se processa a Aprendizagem de Máquina, que mais abaixo se descreve.

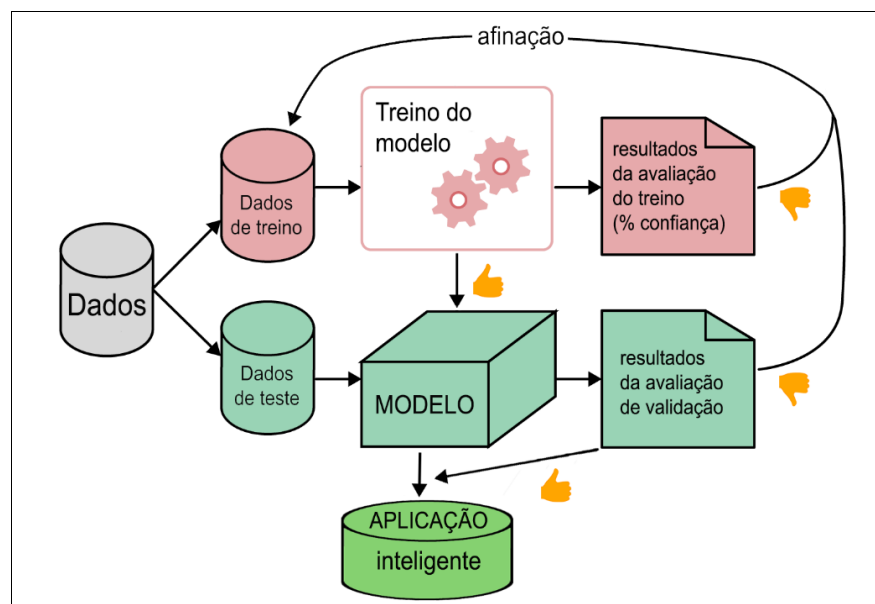


Figura 3: como se processa a Aprendizagem de Máquina (AM)

Adaptado de BHATT (2018)

A partir de um conjunto mais ou menos alargado de dados (imagem,

áudio, texto, números, poses e faces), separam-se estes em dois conjuntos: dados de treino e dados de teste.

Vão-se inserido os dados de treino em categorias distintas, para que o sistema possa aprender quais pertencem a cada categoria. Quando, na fase de treino, o modelo apresentar um grau de confiança aceitável (percentagem de reconhecimento de cada categoria), pode-se passar à fase de teste, para aferir se este está a responder conforme desejamos. Se não, deverá afinar-se o modelo, carregando mais dados em cada categoria (ou na categoria que der piores resultados). Finalmente, usa-se o modelo criado para conceber uma aplicação (ou aplicações) inteligente(s).

Testámos e comparámos seis projetos de Aprendizagem de Máquina para crianças, que apresentamos em diagrama e depois descrevemos individualmente.

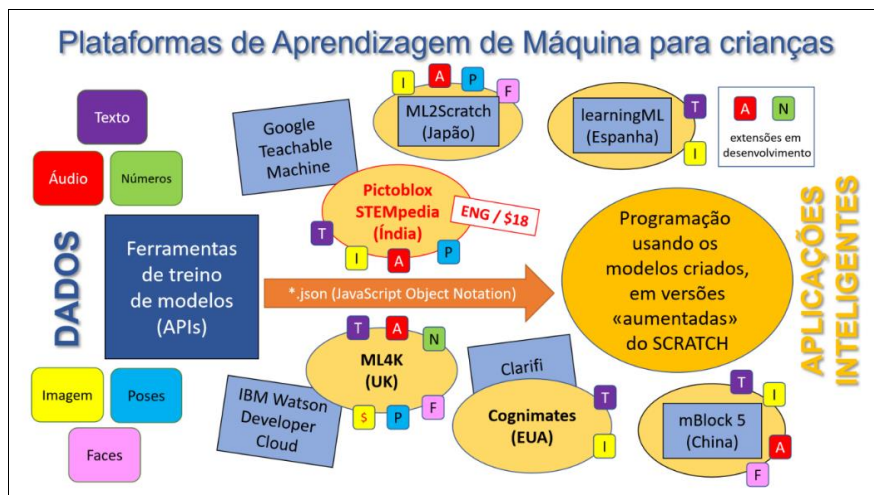


Figura 4: plataformas de aprendizagem da AM para crianças

### **Machine Learning for Kids**

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

Ferramenta de iniciação à aprendizagem de máquina. Fornece um ambiente guiado fácil de usar, com experiências práticas para o treino de modelos de reconhecimento de texto, números, imagens ou sons. Em seguida, os utilizadores podem adicionar esses modelos às aplicações de programação educativa Scratch e App Inventor (integrados na plataforma, com várias bibliotecas de blocos criadas para ler e comandar os modelos), para criar projetos e jogos. É também possível realizar

projetos em Python.

Permite o treino de modelos de texto, números e sons gratuitamente e sem registo, mas para as imagens é exigido um registo e a aquisição de serviços (pagos) na plataforma Watson da IBM.

Gratuito (com limitações). Em inglês, tem opção de linguagem para português do Brasil.

Foi desenvolvida por Dale Lane (programador de software da IBM no Reino Unido), usando API (Interface de Programação de Aplicações) do IBM Watson Developer Cloud. Disponibilizada pela primeira vez em 2017, é usada por milhares de escolas, clubes de código e famílias em todo o mundo, sendo possível criar e acompanhar turmas.

Há uma página com várias propostas de atividade, classificadas em função da sua dificuldade (iniciante, intermédio e avançado).

Fichas de atividade:

<https://machinelearningforkids.co.uk/#!/worksheets>

Blogue do criador: <https://dalelane.co.uk/blog/>

### **mBlock 5**

<https://ide.mblock.cc/>

Plataforma de programação Scratch 3, adaptada pela Makeblock para

programar os seus dispositivos (mBot, Codey, Neuron, etc.) e outros. Recentemente, foram-lhe acrescentadas algumas extensões de IA, nomeadamente de AM. Tem o seu próprio motor de treino de modelos integrado na plataforma (extensão Máquina Ensinável), que deverá ser corrida, preferencialmente, no navegador Chrome. Gratuito e em português.

Tutorial (inglês):

<https://www.mblock.cc/doc/en/use-extensions/teachable-machine.html>

### *learningML*

<https://web.learningml.org/>

Plataforma gratuita de IA para crianças completamente autónoma. Integra um dispositivo de treino de modelos e uma versão do Scratch 3 com várias extensões. Atualmente, tem disponíveis ferramentas AM de texto e imagem, mas anuncia o seu futuro alargamento para áudio e números. Na secção «Aprende», disponibiliza um manual, vídeo-tutoriais e algumas actividades guiadas de níveis «fácil» e «intermédio», em castelhano.

O registo, gratuito, mas não obrigatório, permite que se guardem os

projectos desenvolvidos na plataforma. De origem espanhola, está acessível em castelhano, galego, catalão e inglês.

### *AI for Kids da STEMPedia (Pictoblox)*

<https://learn.thestempedia.com/courses/artificial-intelligence-for-kids/>

Curso de AI para crianças da STEMPedia. Houve, há uns meses, uma versão de teste (gratuita) para professores voluntários. Usa a Teachable Machine da Google para criar os modelos e a aplicação Pictoblox (Scratch 3) para criar os programas. Esta tem de ser instalada no computador (386 Mb).

É estruturado com uma sequência de etapas com informação teórica sobre a IA adequada às crianças, culminando com exercícios de aplicação de dificuldade crescente. O curso é pago e em inglês (para a língua portuguesa, usar a tradução automática).

### *ML2Scratch (Champierre)*

<https://champierre.github.io/scratch3/>

Desenvolvido pelo programador japonês Junya Ishihara (champierre), esta versão do Scratch 3 integra várias extensões relacionadas com a

Aprendizagem de Máquina. Permite criar modelos a partir de vários tipos de dados (imagens e sons e não só) e programar projetos diversos de IA. É também possível importar modelos desenvolvidos na Teachable Machine da Google. Gratuito. Em português nas extensões originais do Scratch, em inglês nas novas extensões.

O autor criou uma página com tutoriais e atividades no Github:

<https://github.com/champierre/ml2scratch/blob/master/RE-ADME.en.md>

### *Cognimates*

<http://cognimates.me/home/>

Plataforma iniciada pelo MIT Media Lab, usando APIs da Clarifi. Permite criar modelos de AM a partir de imagens e texto e programar projetos e jogos a partir deles, usando uma versão do Scratch com várias extensões de IA.

Exige registo na plataforma da Clarifi para adquirir as «API keys».

Gratuito. Em inglês, aceita contributos para tradução para outras línguas.

A página principal tem uma secção com vários exemplos de projectos e atividades.

fase de treino, o modelo apresentar um grau de confiança

## **6. Avaliação comparativa das plataformas**

Apresentamos a seguir um quadro comparativo dos seis projetos analisados, realçando as suas características mais importantes, as suas vantagens e desvantagens. Com base nesses dados, classificamos cada um, numa escala de 1 a 5.

Tendo todos eles algumas limitações, há três que recomendamos vivamente (os três primeiros do quadro), podendo-se usar um ou outro em função do trabalho que se pretende realizar com os alunos. O processo de treino dos modelos é similar em cada um deles e as respetivas plataformas de programação utilizam igualmente a interface do Scratch 3.

Grelha comparativa							
Designação	Tipos de dados	Programação	Ferramenta AM	Língua	Vantagens	Desvantagens	Aval. (1 a 5)
Machine Learning for Kids (RU)	Texto (5), imagem (pago), áudio e números.	Scratch, App Inventor, Python	IBM Watson Developer Cloud	Inglês, Português do Brasil.	Tendencialmente gratuito. Totalmente em linha. Oferece várias propostas de atividade. Permite registar e acompanhar turmas.	Para o treino de imagens, é exigido um registo e a aquisição de serviços (pagos) na plataforma Watson.	4
mBlock 5 (China)	Texto e imagem	mBlock 5 (Scratch)	Integrada	Português	Gratuito. Totalmente em linha. Tutorial (em inglês).	Limitado a texto e imagem.	4
LearningML (Espanha)	Texto e imagem	Scratch	Integrada	Castelhano, galego, catalão e inglês.	Gratuita. Totalmente em linha. Disponibiliza manual, vídeo-tutoriais e algumas atividades guiadas. Futuro alargamento para áudio e números. Registo não obrigatório.	Língua.	3+
AI for Kids / STEMpedia (Índia)	Texto, imagem, áudio e poses	Pictoblox (Scratch)	Google Teachable Machine e integrada	Inglês	Curso de AI para crianças muito bem estruturado.	Língua. Os cursos são pagos. O Pictoblox tem de ser instalado no computador.	3
mI2scratch (Japão)	Imagem, áudio, poses e faces	Scratch	Google Teachable Machine e integrada	Inglês e Português	Gratuito. Totalmente em linha. Página com tutoriais e atividades no Github.	Língua. Alguma complexidade no treino de modelos usando as extensões integradas.	3
Cognimates (EUA)	Texto e imagem	Scratch	Clarifi	Inglês	Gratuito. Totalmente em linha. Tem página de atividades. Previsão de uso de outras línguas.	Língua. Exige registo na plataforma da Clarifi para adquirir as API keys.	3

Figura 5: quadro comparativo das plataformas analisadas

De realçar que os projetos analisados continuam em permanente desenvolvimento, ganhando progressivamente em qualidade e coerência e na quantidade das propostas de atividade apresentadas; como tal, valerá sempre a pena uma visita periódica a cada um deles.

No final deste artigo, sugerimos mais alguns projetos que podem também ter interesse.

### Reflexões finais / Conclusões

Embora várias organizações internacionais como a Unesco, a OCDE, o Banco Mundial e a Comissão Europeia, entre outras, indiquem a Inteligência Artificial como uma prioridade a ser incorporada na prática docente, sugere-se apenas que professores e alunos sejam simples utilizadores dos sistemas de IA.

Com os recursos que apresentamos, o que se pretende é que «professores e alunos se tornem criadores de soluções de Inteligência Artificial, para que possam aprender de forma prática e divertida o funcionamento deste tipo de sistemas, nomeadamente os baseados em Aprendizagem de Máquina, e estejam cientes das oportunidades e dos desafios que o seu uso representa no nosso dia a dia» (Moreno, 2019). Para além de que as estas atividades ajudam os alunos a desenvolver as suas habilidades de resolução de problemas e de pensamento crítico, a compreender as ferramentas tecnológicas que moldam o seu presente e o seu futuro e, quiçá, a tomar consciência e aperfeiçoar os seus próprios mecanismos e rotinas de aprendizagem.

## Referências Bibliográficas

- BHATT, Parijat (2018) Elements of a Machine Learning Model. <https://medium.com/analytics-vidhya/elements-of-a-machine-learning-model-d10da3baf5b7>
- Comissão Europeia (2019) Orientações éticas para uma IA de confiança, <https://op.europa.eu/pt/publication-detail/-/publication/d3988569-0434-11ea-8c1f-01aa75ed71a1/language-pt>
- EBRAHIM, Bdour (2019) Deep Learning vs Machine Learning vs Data Science. <https://medium.com/@BdourEbrahim/what-is-deep-learning-ae73b0553f5a>
- GPAN-IA, Grupo independente de Peritos de Alto Nível sobre a Inteligência Artificial (2019) Uma Definição de IA: principais capacidades e disciplinas científicas. Bruxelas: Comissão Europeia. <https://ec.europa.eu/futurium/en/ai-alliance-consultation/guidelines>
- IBM (2020) What is artificial intelligence?, <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence#toc-what-is-ar-DhYPPT4m>
- LONG, Duri e MAGERKO, Brian (2020) «What is AI Literacy? Competencies and Design Considerations». Atlanta: Georgia Institute of Technology., [https://www.researchgate.net/publication/339272039\\_What\\_is\\_AI\\_Literacy\\_Competencies\\_and\\_Design\\_Considerations](https://www.researchgate.net/publication/339272039_What_is_AI_Literacy_Competencies_and_Design_Considerations)
- Microsoft Corporation (2020) Princípios da AI da Microsoft, <https://www.microsoft.com/pt-br/ai/responsible-ai?activetab=pivot1%3aprimariy6>
- MORENO, Jesus (2019) «Inteligencia artificial en el aula con Scratch 3.0», <http://code.intef.es/inteligencia-artificial-en-el-aula-con-scratch-3-0/>
- NEOTA LOGIC (s.d.) in *Thomson Reuters*. <https://blogs.thomsonreuters.com/answerson/artificial-intelligence-legal-practice/>

## Outros recursos de interesse

- SINGH, Sonit (20a9) «AI and Machine Learning for Kids – Resources»., [https://www.mq.edu.au/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0009/810189/AI\\_and\\_Machine\\_Learning\\_for\\_Kids\\_\\_\\_Resources.pdf](https://www.mq.edu.au/__data/assets/pdf_file/0009/810189/AI_and_Machine_Learning_for_Kids___Resources.pdf)
- AI K12 – MIT - <https://aieducation.mit.edu/index.html>
- AI K12 – MIT (Resources) - <https://aieducation.mit.edu/resources.html>
- CS4fun - Machine Learning - <http://www.cs4fn.org/machinelearning/>
- Dalton Learning Lab - <https://www.ai4children.org/>
- Personal Image Classifier. App Inventor. <https://classifier.appinventor.mit.edu>

## Nota curricular

**Carlos Alberto Silva** nasceu a 25 de Junho de 1958, em Pombal. Vive em Leiria. É diplomado em educação de infância, especializou-se em Comunicação Educacional e Gestão da Informação, desempenhando actualmente funções de professor bibliotecário, no Agrupamento de Escolas de Porto de Mós, onde lecciona Iniciação à Programação a alunos dos 3.º e 4.º anos de escolaridade. Ultimamente, tem desenvolvido algum trabalho de pesquisa e experimentação no domínio da Robótica Educativa como instrumento de aprendizagem, nomeadamente no que diz respeito à leitura e à escrita.

Entre outras actividades, tem exercido nas áreas do teatro, das artes plásticas, do jornalismo, da animação cultural e do ensino e formação. Desenvolve diversas acções no âmbito da mediação e promoção da leitura, como autor e contador de histórias.

Enquanto formador, tem ministrado vários cursos e dinamizado oficinas no âmbito das Expressões Artísticas e da promoção e animação da leitura, bem como da Programação e Robótica Educativas, no Instituto Politécnico de Leiria, no ISLA, no Instituto Camões e diversos centros de formação de professores.