



Práticas educativas de Inteligência Artificial no 1.º Ciclo do Ensino Básico

Cláudia Sofia Oliveira Macedo Meirinhos

*Dissertação apresentada à Escola Superior de Educação de Bragança para
obtenção do Grau de Mestre em TIC na Educação e Formação*

Orientada por:

Manuel Florindo Alves Meirinhos

Rui Pedro Lopes

Bragança

2022

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer ao Professor Doutor Manuel Meirinhos, meu orientador, pelo constante apoio, valioso incentivo, paciência, motivação e disponibilidade imprescindíveis para concluir este trabalho.

Ao professor coorientador, Rui Pedro Lopes, pela sua preciosa colaboração e orientação.

Aos alunos que participaram neste estudo e cuja motivação, entusiasmo e colaboração foi essencial para a prossecução dos objetivos.

À Liliana Fernandes, pelo trabalho de equipa e fonte de inspiração para voar sempre mais alto.

Agradeço, por fim, a todos os amigos que sempre me incentivaram em todos os momentos e, em particular, à minha família, pelo apoio constante e por me motivarem sempre a ir mais além.

Resumo

A Inteligência Artificial (IA) é um dos temas mais emergentes da sociedade atual. São vários os indicadores das tendências tecnológicas mundiais para o futuro, que apontam a ascensão da IA dando-nos, assim, orientações para nos prepararmos para esta transformação digital. A escola tem como missão preparar os alunos para o futuro, por isso, já são várias as organizações a nível mundial que constataam a necessidade de se desenvolverem competências para o conhecimento e compreensão da IA. É frequentemente assinalado um desfasamento entre os currículos atuais e as competências necessárias para o futuro. Para colmatar esta necessidade questionamo-nos como é que este tema deve ser introduzido no 1º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e propusemo-nos investigar e criar práticas educativas de IA adaptadas a este nível de ensino. A metodologia utilizada foi o estudo de caso. O estudo incidiu numa turma do 4º ano, de uma escola do ensino público, na zona do Minho. Neste estudo propusemo-nos i) compreender a necessidade da emergência de uma escola de competências; ii) compreender as potencialidades da IA na sociedade atual e futura; iii) analisar a importância da IA em contexto educativo; iv) caracterizar as preconcepções dos alunos sobre a IA; v) analisar o envolvimento dos alunos e competências desenvolvidas na realização das atividades e vi) Analisar a evolução das concepções dos alunos sobre a IA. Após a revisão de literatura, a parte prática do estudo desenvolveu-se em quatro fases distintas: numa primeira fase procedeu-se ao levantamento das preconcepções dos alunos sobre o tema, na fase seguinte foram realizadas atividades para que os alunos adquirissem conhecimentos sobre a temática; na terceira fase, os alunos criaram conteúdos de aprendizagem com recurso à IA, recorrendo às extensões de IA do *PictoBlox* e na última fase do estudo, realizou-se a verificação das competências adquiridas ao longo da implementação das atividades associadas à IA. No final da investigação, podemos referir que, os materiais criados e as atividades promovidas, fizeram com que os alunos adquirissem conhecimentos sobre a IA, adaptados ao seu ano de escolaridade. Na realização das atividades de IA, os níveis de competência, autonomia e colaboração, aumentaram. Os alunos revelaram motivação e criatividade na produção dos seus trabalhos. Em síntese, com este estudo conseguimos demonstrar que é possível introduzir a IA em contextos de aprendizagem no 1º CEB. Dada a pertinência deste tema, os resultados deste estudo poderão interessar a professores, alunos a até a entidades ministeriais que queiram criar políticas para a integração da IA nos currículos do 1.º CEB.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Tecnologias Digitais, Competências Digitais, *PictoBlox*, Educação Básica, 1.º Ciclo do Ensino Básico.

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is one of the most emerging topics in today's society. There are several indicators of global technological trends for the future, which point to the rise of AI thus giving us guidelines to prepare for this digital transformation. The school has the mission to prepare students for the future, so there are already several organisations worldwide that see the need to develop skills for knowledge and understanding of AI. A gap between current curricula and the skills needed for the future is often pointed out. To fill this need we questioned how this subject should be introduced in the 1st Cycle of Basic Education and proposed to investigate and create AI educational practices adapted to this level of education. The methodology used was a case study. The study focused on a 4th grade class, of a public school, in the Minho area. In this study we proposed to i) understand the need for the emergence of a school of competencies; ii) understand the potential of the AI in the current and future society; iii) analyse the importance of the AI in the educational context; iv) characterize the students' preconceptions about the AI; v) analyse the students' involvement and skills developed in carrying out the activities and vi) analyse the evolution of the students' conceptions about the AI. After the literature review, the practical part of the study was developed in four distinct phases: in the first phase, the students' preconceptions about the topic were collected; in the second phase, activities were performed so that students acquired knowledge about the topic; in the third phase, students created learning contents using the AI, by resorting to the *PictoBlox* AI extensions; and in the last phase of the study, the acquired skills were verified during the implementation of the activities associated with the AI. At the end of the research, we can refer that, the materials created and the activities promoted, made the students acquire knowledge about the AI, adapted to their year of schooling. In carrying out the AI activities, the levels of competence, autonomy and collaboration increased. The students showed motivation and creativity in the production of their work. In summary, with this study we were able to demonstrate that it is possible to introduce the AI in learning contexts in the 1st Cycle of Basic Education. Given the relevance of this theme, the results of this study may be of interest to teachers, students and even to ministerial entities that want to create policies for the integration of AI in the 1st Cycle of Basic Education curricula.

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Technologies, Digital Skills, *PictoBlox*, Basic Education, 1st Cycle of Basic Education.

Índice

Introdução.....	1
1. A escola na sociedade digital.....	3
1.1. A sociedade digital exige uma mudança na escola.....	3
1.2. A resistência à mudança.....	6
1.3. Escola de competências.....	8
1.4. A competência digital.....	10
1.5. As Tecnologias Digitais e as políticas educativas.....	12
1.6. As competências digitais como pilares essenciais para o futuro.....	14
1.7. As competências digitais de IA nos referenciais.....	17
2. A IA e as suas potencialidades educativas.....	20
2.1. O que é a IA?.....	21
2.2. Os ramos da IA e sua aplicação.....	23
2.3. A IA na sociedade atual.....	26
2.4. O futuro da IA.....	28
2.5. Desafios éticos da IA.....	29
2.6. As potencialidades da IA na Educação.....	31
3. A IA em contexto educativo.....	33
3.1. A IA e a Educação.....	33
3.2. A IA e o currículo do Ensino Básico em Portugal.....	36
3.3. IA e o currículo, uma mudança necessária.....	39
3.4. A necessidade de formação docente em IA.....	41
3.5. Atividades de IA no Ensino Básico fornecidas pela literatura.....	43
3.6. Recursos educativos para aprender com e sobre a IA.....	46
3.7. O PictoBlox.....	48
3.8. As extensões de IA do PictoBlox.....	49
4. Metodologia.....	50
4.1. Problema de investigação.....	50
4.2. Objetivos do estudo.....	50
4.3. Natureza do estudo.....	52
4.4. Caracterização e contexto escolar da turma.....	54
4.5. Descrição do estudo.....	55
4.6. Questões éticas.....	57

5. Análise e apresentação dos resultados.....	57
5.1. Caracterização das preconcepções dos alunos sobre a IA.....	58
5.2. Análise do envolvimento dos alunos e competências desenvolvidas na realização das atividades.....	62
5.3. Análise da evolução das concepções dos alunos sobre a IA.....	72
6. Conclusão.....	89
6.1. Limitações do estudo.....	91
6.2. Propostas para estudos posteriores.....	92
7. Referências bibliográficas.....	93
Anexos.....	101
Anexo A – Pedido de autorização à Direção do Agrupamento.....	102
Anexo B - Declaração de Consentimento dos Encarregados de Educação.....	103
Anexo C - Planificação de atividades de Inteligência Artificial (IA) para o 1º Ciclo.....	104
Anexo D - Guião de entrevista em grupo.....	106
Anexo E – Ficha de trabalho – Desenho sobre a IA.....	107
Anexo F – Ficha de trabalho – Como funciona a Inteligência Artificial.....	108
Anexo G – Planificação do trabalho de grupo sobre IA.....	110
Anexo H - Grelha de observação.....	111
Anexo I – Tutorial “Cães e gatos 1”.....	113
Anexo J – Tutorial “Cães e gatos 2”.....	113
Anexo K – Tutorial “Com máscara ou sem máscara”.....	114

Índice de figuras

Figura 1 - Competências Digitais do DigcompEdu (CE, 2018).....	11
Figura 2- Tendências tecnológicas da Curva de Gartner (Gartner, 2021).....	15
Figura 3 - Número de publicações de investigações sobre IA, segundo a OCDE (2022).....	17
Figura 4 - Relação entre IA, ML e DL (Le, 2017).....	23
Figura 5- A ligação da IA a outras disciplinas das Ciências (Shubhendu & Vijay, 2013).....	27
Figura 6 - A IA na Educação, segundo Holmes et al. (2019).....	33
Figura 7 - “Cinco ideias” para abordar a IA do projeto AI4K12.....	35
Figura 8 - Ambiente de programação do PictoBlox.....	48
Figura 9 –Extensões de IA no PictoBlox.....	49
Figura 10 - Evolução do nível de desempenho dos alunos nas atividades de grupo.....	62

Figura 11 – Exploração do QuickDraw.....	63
Figura 12 - Exploração do Autodraw	63
Figura 13 - Exploração da Caça ao Emoji.....	63
Figura 14 - Exploração da “AI for Oceans”	63
Figura 15 - Alunos a planificar em grupo.....	65
Figura 16 - Exemplo de uma planificação de um grupo	65
Figura 17 - Grupo a pesquisar e guardar imagens.....	65
Figura 18 - Grupo a pesquisar informação	65
Figura 19 - Colaboração entre grupos.....	66
Figura 20 - Grupo 3 a realizar o tutorial.....	67
Figura 21 - Grupo 5 a realizar o tutorial.....	67
Figura 22 - Programação do tutorial.....	68
Figura 23 - Programação do grupo 3	68
Figura 24 - Projeto do Grupo 1 - Cabelo solto	69
Figura 25 - Projeto do Grupo 1 - Cabelo preso	69
Figura 26 - Projeto do Grupo 3 - Pedra, papel, tesoura (papel).....	70
Figura 27 - Projeto do Grupo 3 - Pedra, papel, tesoura (tesoura)	70
Figura 28 - Projeto Grupo 3 - Pedra, papel, tesoura (pedra).....	70
Figura 29 - Projeto do Grupo 4 - Minecraft ou Roblox	71
Figura 30 – Projeto do Grupo 5 - Transportes terrestres, aquáticos ou aéreos	71
Figura 31 - Projeto do Grupo 2 - Beatles ou Queen	71
Figura 32 - Projeto do Grupo 5 - Reta, semirreta ou segmento de reta	72
Figura 33 - Registo de um aluno na Ficha de trabalho - I.....	83
Figura 34 - Registo de um aluno na ficha de trabalho - II.....	83

Índice de tabelas

Tabela 1 - Principais projetos e iniciativas educativas em Portugal 1985 -2020 (elaboração própria)	12
Tabela 2 - Competências relacionadas com PC retirados das AE do 1.º Ciclo	37
Tabela 3 - A IA nas Orientações Curriculares das TIC do 9.º ano	37
Tabela 4 - Alguns países com políticas educativas de IA oficiais (pesquisa dos autores)	40
Tabela 5 - Competências de IA organizadas em categorias e subcategorias (Kim et al, 2021) .	45
Tabela 6 - Recursos de IA para professores e alunos.....	46

Tabela 7 - Calendarização das atividades práticas do estudo.....	55
Tabela 8 - Preconceções dos alunos sobre a IA recolhidas na entrevista Inicial.....	58
Tabela 9 - Contacto com Assistentes Virtuais e o modo como as percecionavam no início	60
Tabela 10 -Temas dos trabalhos de grupo	68
Tabela 11 - Desenhos elaborados pelos alunos, sobre o que é a IA, no início e no fim do estudo.....	73
Tabela 12 - Descrição do conteúdo dos desenhos elaborados pelos alunos.....	81
Tabela 13 - Perceções dos alunos, no início e no final do estudo	84

Lista de acrónimos:

APP	Aplicativo
BYOD	Bring Your Own Device
COVID -19	Doença do Coronavírus 2019
DGE	Direção-Geral da Educação
IA	Inteligência Artificial
IAED	Inteligência Artificial na Educação
ISTE	International Society for Technology in Education
DL	Deep Learning
EE	Encarregados de Educação
ML	Machine Learning
PC	Pensamento Computacional
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PADDE	Plano de Ação para o Desenvolvimento Digital da Escola
STI	Sistemas de Tutoria Inteligentes
TEDx Talks	Technology, Entertainment, and/or Design Talks
TD	Tecnologias Digitais
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
1.º CEB	1.º Ciclo do Ensino Básico

Introdução

Num mundo em constante evolução, em plena 4ª Revolução Industrial, a Inteligência Artificial (IA) tem vindo a enraizar-se no presente da Humanidade, de forma cada vez mais poderosa e afigura-se como uma tecnologia essencial do futuro. Ao analisar indicadores das tendências tecnológicas mundiais do futuro como a Curva de Gartner, verifica-se que, apesar de já estar bastante presente na nossa vida, este é um tema em contínua ascensão (Gartner, 2021). É um tema bastante interessante que desperta vontade de pesquisar e aprender mais sobre o assunto (Google Trends, 2021). Esta curiosidade advém, em grande parte, pelas visões futurísticas dos filmes que nos causam um misto de receio e fascínio. Na visão hollywoodesca, esta é uma luta perdida para os humanos, que acabam por ser subjugados à inteligência das máquinas, cuja supremacia controlará o planeta. Apesar de todo este interesse podemos questionar se o cidadão comum entende o que realmente é a IA e qual o impacto que esta tem e terá nas suas vidas.

A IA já faz parte do nosso dia a dia em vários aspetos que passam, por vezes, despercebidos. Quando entramos em determinado *site* e nos indicam o que devemos escolher, ou o que é mais adequado para o nosso perfil, mesmo antes de ponderarmos essa decisão, ou aparece a publicidade exata do que procuramos no momento, até parece que, por artes mágicas, fizeram uma leitura do nosso pensamento. Na verdade, estamos perante a IA que foi treinada baseada nos nossos desejos online. O uso de filtros no telemóvel e o reconhecimento facial já está amplamente presente nos dispositivos móveis e é até usado por entidades governamentais ou em espaços físicos como lojas ou aeroportos. Os *chatbots* ou assistentes virtuais como a *Alexa*, *Siri* ou Assistente *Google* ajudam-nos em tarefas básicas do dia a dia. Os carros autónomos e robots inteligentes já existem e são áreas em profundo desenvolvimento. A IA é usada em diagnósticos médicos e prevê-se o seu benefício em questões emergentes da Humanidade como a poluição e as alterações climáticas. O desenvolvimento de vacinas contra a COVID-19, uma das mais notáveis realizações científicas e tecnológicas da atualidade, não teria sido possível sem IA (OCDE, 2021).

Muitos chegam a questionar se a IA vai aumentar o desemprego por se “apoderar” das tarefas que até agora são desempenhadas pelo Homem. Estamos em plena revolução tecnológica, sendo um facto que várias profissões estão atualmente obsoletas pelo uso da robótica, é natural que esta tendência se ramifique para diversas outras áreas. Estas vertentes conduzem-nos a questões éticas muito importantes. Será que a IA deve ser limitada e legislada a nível global? Deverão ser travados avanços para o desenvolvimento de uma IA Forte? Ou será

esse tipo de IA, aquele que salvará a Humanidade de algum perigo eminente? Estas são questões sobre as quais é importante refletir, urgentemente, dada a importância deste tema. É fundamental que esta reflexão comece na escola.

Com o aparecimento da sociedade digital, exigiram-se à escola novos métodos, novas competências e uma necessária transformação dos sistemas educativos, sendo que, algumas entidades a nível mundial têm vindo a alertar para um atraso dos currículos relativamente às exigências do mundo do trabalho do futuro. A escola visa preparar os alunos para o seu futuro e, pelas tendências atuais, a IA fará cada vez mais parte das suas vidas. Será, então, importante que os alunos conheçam as suas potencialidades, que compreendam conceitos básicos, que reconheçam a importância da ética neste tema desenvolvendo, assim, uma literacia em IA. Às nossas escolas já chegaram os alunos da *Geração Alpha*, aqueles que nasceram depois de 2010 e se considera como a primeira geração inteiramente nativa digital. Chegados a este ponto, vale a pena refletir e questionarmo-nos se as escolas estão aptas e abordar o tema da IA e de que forma o poderão fazer. Motivados por esta reflexão, propusemo-nos encetar esta investigação, questionando-nos de que maneira poderemos introduzir o tema da IA, no 1º Ciclo do Ensino Básico (CEB), em contextos de aprendizagem concretos.

Este estudo tem como objetivos i) compreender a necessidade da emergência de uma escola de competências; ii) compreender as potencialidades da IA na sociedade atual e futura; iii) analisar a importância da IA em contexto educativo; iv) caracterizar as preconcepções dos alunos sobre a IA; v) analisar o envolvimento dos alunos e competências desenvolvidas na realização das atividades e vi) analisar a evolução das concepções dos alunos sobre a IA. A metodologia que consideramos mais adequada e aquela que será utilizada é o estudo de caso, com a triangulação de fontes, métodos e dados obtidos através do diário de bordo, grelha de observação, fontes documentais, entrevistas coletivas, registos fotográficos e os desenhos dos alunos. Após a revisão de literatura, a parte prática da investigação decorrerá em quatro fases. Na primeira fase proceder-se-á ao levantamento das preconcepções dos alunos sobre a temática da IA. Na fase seguinte, serão realizadas atividades para que os alunos adquiram mais conhecimentos sobre este tema. Na terceira fase, os alunos criarão conteúdos de aprendizagem com recurso à IA, em trabalho de grupo. Por fim, será realizada a verificação das competências adquiridas ao longo da implementação das atividades associadas à IA, para análise da evolução das concepções dos alunos. Este documento está organizado em seis capítulos, sendo os três primeiros de revisão de literatura. No quarto capítulo encontra-se a identificação e caracterização da metodologia, no quinto capítulo são apresentados e analisados os resultados e, por fim, no sexto capítulo é realizada a conclusão deste estudo.

1. A escola na sociedade digital

Ao longo dos últimos anos, com o avanço tecnológico e o emergir da 4ª Revolução Industrial, surgiram novos cenários na sociedade mundial. A escola tradicional, uma escola de conteúdos, já não responde às necessidades do mundo atual, em evolução constante. Com a sociedade digital emergiu um novo paradigma de sociedade que exige à escola tradicional mudança e adaptação, para ser capaz de responder aos desafios que esta nova era coloca. Perante esta situação, vamos começar por analisar a necessidade de mudança na escola.

1.1. A sociedade digital exige uma mudança na escola

O título de jornal “A sala de aula já saiu do século XIX” (Flores I. , 2021) poderá ter originado ânimo e regozijo para alguns ou até alguma descrença, para outros, mais cautelosos com o estado da educação. Neste artigo de jornal, somos confrontados com algumas mudanças das políticas educativas em Portugal, que se prenderam com a implementação do Plano de Transição Digital, entre outras, bem como, alguns possíveis obstáculos a essa mudança. Para terminar a sua análise a autora refere “A escola de hoje já não é a do século XIX, mas não sabemos bem o que é, nem tão pouco o que queremos que seja. Estamos a caminho, temos um mapa, tantas ruas, tantas opções... para onde vamos?” (Flores I. , 2021). Numa entrevista, Pacheco (2016), professor reconhecido pelo projeto *Escola da Ponte*, defendia que “Não faz sentido alunos do século XXI terem professores do século XX, com propostas teóricas do século XIX, da Revolução Industrial”. Efetivamente, considera-se que não faz sentido e temos de nos questionar se uma finalidade da escola não será preparar os alunos para o futuro. Em pleno século XXI, somos levados a questionar o porquê de a escola não ter evoluído e muitas das práticas educativas terem ficado estagnadas em pleno século XIX.

Incontornavelmente, estamos numa sociedade digital. As tendências atuais apontam para um futuro cada vez mais tecnológico e automatizado, até nas tarefas mais básicas do nosso quotidiano. Os nossos jovens vivem rodeados de tecnologias digitais (TD), telemóveis topo de gama, assistentes virtuais, redes sociais, Internet das Coisas, jogos com Realidade Virtual ou Aumentada, como o *Roblox* ou o *Minecraft*, que apostam fortemente no Metaverso e cujo potencial está a ser cada vez mais explorado. Nesta sociedade digital, os alunos adquirem várias competências informais que lhes permitem realizar aprendizagens de forma diferente, como, por exemplo, através de tutoriais no *Youtube*, ou outras plataformas similares.

A informação passou a estar acessível a todos à distância de um clique de computador ou no telemóvel. Assim sendo, esta mudança na sociedade, alterou o papel do professor que já não é o detentor do conhecimento. O conhecimento passou a estar acessível a todos e não é só privilégio de alguns. Exige-se agora que as pessoas adquiram competências que lhes permitam avaliar criticamente esta informação, ou seja, competências básicas de alfabetização e literacia digital, como refere a UNESCO:

Para se desenvolver com sucesso neste mundo em evolução constante e resolver eficazmente os problemas quotidianos, os indivíduos, as comunidades e os países devem dotar-se de um conjunto de competências críticas para poder procurar a informação, avaliá-la de forma crítica e criar novas informações e um novo conhecimento. Possuir noções elementares em matéria de informação cria novas oportunidades que melhoram a nossa qualidade de vida. O conhecimento de noções elementares em matéria de informação está estreitamente ligado a outros tipos de competências tais como os conhecimentos elementares em tecnologia da informação e da comunicação, a alfabetização digital e a educação para os media e a informação (UNESCO, 2021).

Perante este contexto social, ficamos em dúvida se realmente a escola atual está a fornecer competências formais sólidas para que os jovens enfrentem os desafios do mundo do trabalho, ou seja, para que preparem o porvir laboral e não só, para o futuro da sociedade. As tendências atuais da sociedade digital urgem uma mudança na escola tradicional, o que leva ao surgimento de novos conceitos na área da educação. Apesar de não existir um consenso ao nível das definições na literatura, passaremos a abordar um conceito mais antigo e outro mais recente.

Keats e Schmidt (2007), constataram a necessidade da mudança, que se traduz na implementação daquela a que eles chamaram a Educação 3.0, que está a ser impulsionada por estas modificações globais na sociedade, potenciada pelos avanços tecnológicos e pela difusão de novas formas de aprendizagem.

Lengel (2013, p. 1), um dos defensores desta Educação 3.0 refere que “a escola que temos, não é a escola que precisamos”. Segundo este autor, “precisamos que as escolas correspondam às necessidades do amanhã”. E esta é uma necessidade urgente para que os cidadãos consigam competir na atual economia global e também para que aproveitem todas as vantagens das inovações tecnológicas recentes. Numa entrevista (2012) este mesmo autor desenha cenários da “escola que precisamos”, diferentes dos modelos de sala de aula dos alunos enfileirados. São espaços dinâmicos, com áreas de trabalho colaborativo e com vários recursos multimédia.

Mais recentemente surgiu o conceito de Educação 5.0, sustentado pela chegada da IA à Educação e a necessidade da sua implementação num mundo tecnológico emergente. Num artigo, Barros *et. al* (2019) constata a existência de várias tecnologias com crescimento exponencial como a IA, “a nanotecnologia, Internet das Coisas, *smart dust*, impressão 4D,

computação quântica e viagens suborbitais”. Os autores ressaltam que não existe uma linearidade desde a Educação 1.0, mais tradicional, até à 5.0, ainda pouco implementada, pois estas coexistem a nível mundial, no entanto, esta última será aquela que responde à necessidade de massificação do conhecimento. Esta é descrita como uma educação “complexa e ecológica”, “tecnológica e humanista”, “físico-matemática e artística”, onde se valoriza a criatividade e que ajuda “todos os humanos e todas as formas de vida, para que vivam com mais plenitude e respeito”.

Num estudo, Rahim (2021) chegou à conclusão que a Educação 5.0 é a que está mais alinhada com as chamadas competências do século XXI, com as tendências de empregabilidade do mundo laboral e mais adaptada para ajudar os alunos na era pós COVID-19. No entanto, quando falamos de mudanças educativas com este nível de rapidez, temos de levar em consideração um dos pilares fundamentais dos sistemas educativos, ou seja, os professores. Tal como Barros *et. al* (2019) salientaram relativamente a estas mudanças vertiginosas, a “perceção dos educadores que trabalham desde a década de 70 do século passado, é ainda mais dramática” pois passaram pela lousa e o giz, projetores de *slides*, retroprojetores, os primeiros computadores, as disquetes, até às tecnologias atuais. Os autores sublinham que alguns “educadores tiveram dificuldades em se adaptar à era da informação” e à mudança de papéis, pois nesta sociedade digital, o professor já não é o detentor do conhecimento. Assim sendo, a escola não pode centrar-se na transmissão de conteúdos, mas exige-se que invista no desenvolvimento de competências que permitam aos alunos aprender neste mundo digital em constante mutação e imprevisível.

Tofler, no seu livro “Future Shock” (1970), cita as ideias do psicólogo Herbert Gerjuoy, da Organização de Pesquisa de Recursos Humanos, que resumem o que temos vindo a explicar e são as seguintes:

A nova educação deve ensinar ao indivíduo como classificar e reclassificar informação, como avaliar a sua veracidade, como mudar de categoria quando necessário, como passar do concreto para o abstrato e para trás, como olhar para os problemas de uma nova direção - como ensinar a si próprio. O analfabeto de amanhã não será o homem que não sabe ler; ele será o homem que não aprendeu a aprender (Tofler, 1970).

Nesta mesma linha de pensamento, Pacheco (2016) e Lengel (2012), autores referidos anteriormente, defendiam que esta não é a escola que precisamos, a escola tem de evoluir para uma escola que responda às necessidades do século XXI. Estamos perante uma sociedade digital que exige uma literacia digital urgente. Com o aparecimento da sociedade digital e, mais recentemente, da pandemia, exigiu-se à escola novos métodos, novas competências. Contudo,

a investigação prova que ainda há um longo caminho a percorrer nesse sentido e que se regista uma resistência à mudança, tema sobre o qual, nos iremos debruçar na secção seguinte.

1.2. A resistência à mudança

Num processo que, à partida, pareceria natural uma vez que toda a sociedade evoluiu, têm-se verificado resistências a vários níveis, à implementação de uma escola digital. São muitos os autores que analisaram esta dificuldade, da escola se adaptar e de evoluir para uma escola da sociedade digital. Estes tipos de análise são diversos e continuados no tempo. Procuram demonstrar a inadequação da instituição escola para responder aos novos desafios educativos que a sociedade digital coloca.

Já Meirinhos em 2000, elencava alguns desses obstáculos:

A resistência à mudança no seio dos sistemas de ensino e às mudanças de papéis no seio das profissões docentes, a incapacidade de criar sistemas educativos baseados nas tecnologias da informação devido à escassez de hardware e software nas escolas e universidades, o enorme desafio de dotar os professores das novas qualificações docentes necessárias para utilizar da melhor forma as tecnologias da informação (Meirinhos, 2000, p. 9).

Sebarroja (2002), no livro *“A aventura de mudar – A mudança na escola”*, apontava para vários fatores que frustram a inovação e a mudança da escola, que são: as resistências e rotinas dos professores, o individualismo e corporativismo interno, pessimismo e mal-estar docente, efeitos perversos das reformas, os paradoxos do duplo currículo, a saturação e fragmentação da oferta pedagógica e o divórcio entre a pesquisa universitária e prática escolar.

Também Area (2002) aponta a necessidade de políticas institucionais de apoio para a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na aprendizagem. Existe um conjunto de fatores que condicionam essa integração, como: a existência de um plano institucional que impulse e avalie a inovação utilizando tecnologias informáticas; a adoção da infraestrutura e recursos informáticos mínimos nas escolas e aulas; a formação de professores e a predisposição favorável em relação às novas tecnologias; a disponibilidade de variados e abundantes materiais didáticos ou curriculares de natureza digital; a configuração de equipas externas de apoio aos professores e às escolas, destinados a coordenar projetos e a facilitar soluções para os problemas práticos.

Meirinhos e Osório (2011) referem também aspetos organizacionais e culturais da profissão docente, como o individualismo e a balcanização. Os professores não têm hábitos de trabalho colaborativo enraizados, sendo que, neste aspeto as comunidades virtuais de prática têm um papel fundamental na mudança e na transformação da própria escola como organização que aprende.

Costa *et al.* (2013) procuraram entender o porquê de a utilização das TIC nas escolas ainda estar muito aquém do esperado, apesar do investimento e algumas políticas educativas das últimas décadas. Verificaram que os docentes admitiam que os seus conhecimentos e utilização das tecnologias digitais se situava num nível “básico” e “pouco diversificado”. Mesmo quando possuíam quadros interativos nas salas de aula estes serviam apenas para projeção. Os docentes revelaram também poucas expectativas relativamente ao potencial transformador das tecnologias, havendo o receio de estas limitarem a criatividade dos alunos e até a consolidação dos conhecimentos. Este mesmo estudo apontou ainda argumentos intrínsecos e extrínsecos da resistência ao uso das tecnologias em sala de aula. Como argumentos intrínsecos os docentes referiram o “conhecimento insuficiente sobre como tirar partido das tecnologias”, a “falta de disponibilidade para aprender autonomamente” e a “visão restrita do potencial pedagógico das tecnologias”. Como argumentos extrínsecos foram referidas a “falta de espaços para partilha de materiais entre docentes”, a “instabilidade da conexão à rede wireless” e o “peso do cumprimento dos programas”, entre outros.

Figueiredo (2020) salienta a insuficiência da escola atual, num momento em que nunca foi tão necessária. Essa insuficiência é justificada porque permanece assente em rotinas e na pedagogia da explicação, que contribui para a passividade dos alunos e não para a sua autonomia.

Para Canário (2021) a escola tornou-se um mecanismo que serve funcionalmente um sistema de repetição de informações, baseado num conjunto de invariantes, tais como: a turma, a ordem espacial, a ordem temporal, a compartimentação disciplinar, a divisão de trabalho entre professores. Estas invariantes organizacionais condicionam todo o trabalho escolar e, naturalmente, limitam os processos inovadores.

Sem nos querermos alongar muito sobre esta temática, é fácil identificar na revisão bibliográfica que são variados os fatores que têm condicionado a transformação da organização escolar, tais como, a as invariantes organizacionais herdadas da escola da sociedade industrial, a falta de políticas institucionais coerentes, a falta de infraestruturas, a formação de professores, a dificuldade em adotar novos modelos pedagógicos, a cultura profissional, a falta de ligação das escolas à investigação, entre outros.

Visando uma transformação dos sistemas educativos, algumas organizações internacionais, tais como a UNESCO, a OCDE e a Comissão Europeia, têm desenvolvido orientações e políticas para uma escola mais adequada à sociedade digital, capaz de responder aos desafios do presente e futuro. Igualmente, muita investigação orienta os sistemas educativos no sentido de uma escola de competências.

1.3. Escola de competências

Segundo Blanco (2009, p. 19), “uma competência é a integração do conhecimento, habilidades, atitudes e valores que permitem a uma pessoa funcionar eficazmente numa variedade de contextos e desempenhar adequadamente uma função, atividade ou tarefa”. Coll (2007, p. 37) defende que esta integração se efetive através da “mobilização articulada e inter-relacionada de diferentes tipos de conhecimentos”. Ou seja, este autor argumenta que “para se adquirir uma competência, deve existir a apropriação e assimilação de uma série de saberes a ela associados”. Por outro lado, Dias (2010) afirma que para se ser competente não basta realizar “uma mera assimilação de conhecimentos suplementares, gerais ou locais, mas sim, compreender a construção de esquemas que permitem mobilizar conhecimentos na situação certa e com discernimento”. As competências facilitam, assim, o desenvolvimento de uma educação abrangente, uma vez que englobam todas as dimensões do ser humano: conhecer, saber fazer, e saber ser e estar e, lhes permite a adaptação a novas situações.

Segundo o *Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey* (2015) encontram-se descritas vários tipos de competências, entre as quais, competências genéricas, competências disciplinares e competências profissionais e ocupacionais. As competências genéricas permitem a compreensão do mundo e a adaptação a diferentes contextos, promovendo a autoaprendizagem e a aquisição de novas competências. Já as competências disciplinares contemplam as habilidades, conhecimentos e atitudes que todos os estudantes devem adquirir independentemente da sua área de estudo. Por fim, as competências profissionais e ocupacionais são específicas e necessárias para o desempenho de funções no mundo do trabalho. Esta aprendizagem baseada nas competências traz mais vantagens por responder às necessidades da sociedade e do mundo do trabalho, tal como se observa na citação seguinte da referida entidade:

Na prática, observou-se que a implementação de uma aprendizagem baseada em competências tem um forte enfoque na empregabilidade, desenvolvendo competências a curto prazo nos profissionais para entrar rapidamente no mundo do trabalho. No entanto, também se observa que o mundo de trabalho de hoje enfrenta um cenário muito dinâmico, onde surgem rapidamente novas empresas inovadoras que estão a estabelecer uma referência de novas aptidões e competências necessárias. É por isso que a definição de competências deve-se realizar a partir de uma visão de curto, médio e longo prazo, preparando os estudantes para as necessidades do mundo de hoje, mas também para os fatores de mudança de um futuro incerto (*Observatório de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey*, 2015, p. 27).

Ainda segundo esta publicação, a mudança no papel do professor também exige que este adquira novas competências docentes como, por exemplo: trabalho em equipa, comunicação efetiva, mediação da aprendizagem, uso das TD, criação de materiais, avaliação da aprendizagem, gestão curricular, gestão da qualidade da aprendizagem. Deste modo, numa

escola de competências, tanto os professores como os alunos assumem novos papéis. Segundo o Referencial do ISTE para Educadores (2017), o professor na era digital assume 7 papéis:

- Aprendiz – Os professores atualizam sempre o seu conhecimento, aprendendo novas práticas que tenham por base a tecnologia, para melhorar a aprendizagem dos seus alunos.
- Líder – Procuram oportunidades para empoderar os seus alunos, através da utilização e curadoria de recursos educativos digitais.
- Cidadão – Servem de modelo para os seus alunos no mundo digital.
- Colaborador – Colaboram com os colegas e partilha materiais e práticas inovadoras.
- Designer – Criam ambientes de aprendizagem digitais inovadores que facilitem e apoiem a aprendizagem.
- Facilitador – Facilitam a aprendizagem com a tecnologia para que os seus alunos atinjam o máximo potencial.
- Analista - Compreendem e utilizam os dados para apoiar os seus alunos no desenvolvimento da sua aprendizagem, tendo por base o uso da tecnologia.

Numa educação baseada em competências, o aluno encontra-se no centro da sua aprendizagem e o professor surge, então, como um orientador deste processo. Devem ser dadas oportunidades aos alunos para que demonstrem as suas competências através da apresentação de evidências da aprendizagem. Relativamente a este ponto de análise, Coll (2007, p. 37) refere que “as competências são uma referência para a ação educativa e informam-nos sobre o que devemos ajudar os estudantes a construir, adquirir e desenvolver”, ou seja, são também uma referência para a avaliação para se verificar aquilo que os estudantes conseguiram alcançar.

Ainda segundo o *Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey* (2015), a avaliação, que pode ser formativa ou sumativa, recorre a diversos instrumentos como rubricas de avaliação e portfólio de evidências. Nesta mesma linha de pensamento, teve início em 2019, em Portugal o projeto MAIA (Monitorização, Acompanhamento e Investigação em Avaliação Pedagógica) que procura dar novo rumo aos sistemas avaliativos e orientar as escolas na modificação da sua visão sobre a avaliação. Este projeto tem por definição cinco ideias orientadoras: a aprendizagem dos alunos está no centro dos processos pedagógicos; a escola deve ensinar os alunos a pensar; o desenvolvimento do currículo deve apostar na participação ativa dos alunos; a avaliação, o ensino e a aprendizagem são indissociáveis; o feedback é o principal propósito da avaliação pedagógica (DGE, 2021).

O aluno passou para o centro do processo de ensino-aprendizagem, tendo um papel ativo e o professor assume agora o papel de facilitador e mediador, fornecendo um feedback contínuo. Temos vindo a verificar que esta mudança de papéis deriva também da Sociedade da Informação, onde as TD predominam e influenciam a aprendizagem.

A *Geração Alpha* vem suceder à geração Z e refere-se às crianças nascidas após 2010. Segundo McCrindle (2020), investigador australiano responsável pela atribuição deste nome, esta é uma geração modelada pela tecnologia, definida pelo uso de dispositivos móveis como *smartphones* e *tablets*, videojogos, ou seja, uma geração de utilizadores ávidos de écrans, dos quais é quase impossível separá-los. Este mesmo autor defende que esta geração necessita de metodologias de aprendizagem mais ativas, através de métodos visuais, multimodais e práticos, criando mais envolvimento para uma geração emergente. Estes são os alunos que encontramos nas escolas, que nesta altura ainda estão na educação básica, com mais experiência digital do que qualquer geração anterior.

Coll (2013, p. 4) defende a existência de uma nova “ecologia de aprendizagem” potenciada pela Sociedade da Informação, pelos percursos individuais de aprendizagem, pela personalização da aprendizagem, pela aprendizagem ao longo da vida e as TD permitiram o aparecimento de “contextos de atividade novos e sem precedentes, que oferecem às pessoas oportunidades, recursos e oportunidades de aprendizagem”. Com esta mesma orientação, a Comissão Europeia (2020, p. 22), atendendo ao facto de que a pandemia acelerou a transição digital e afetou significativamente as oportunidades de carreira de muitas pessoas da União Europeia, elencou uma Agenda de Competências com doze ações, para fazer face à transição ecológica e digital e a recuperação da pandemia. Pretende-se assim, entre outras assinaladas, que se adquiram competências para os empregos do futuro, alinhando as políticas para a obtenção de resultados e valorizar a aprendizagem ao longo da vida, ressaltando que “as competências digitais são fundamentais para o trabalho, a aprendizagem e a interação social”.

Com base no que foi apresentado, podemos aferir que é necessária e urgente a implementação de uma escola de competências, para uma nova geração, que já aprende informalmente com base em suportes digitais. Deste modo, as competências digitais sobressaem e surgem como fundamentais no século XXI, assunto sobre o qual nos iremos debruçar no ponto seguinte.

1.4. A competência digital

Várias entidades têm vindo a publicar referenciais que fornecem orientações sobre as competências necessárias, nesta sociedade digital.

Em 2013, a Comissão Europeia publicou o “Quadro Europeu de Competências Digitais para Cidadãos”, mais conhecido por *DigComp*, como sendo uma ferramenta para os cidadãos europeus conseguirem melhorar as suas competências digitais. Mais tarde, em 2016, saiu uma versão atualizada, o *DigComp 2.0*, com mais vocabulário e outros descritores. Em 2018, foi publicado o *DigComp 2.1* com novas atualizações. Este referencial está organizado em cinco áreas chave: informação e literacia dos dados, comunicação e colaboração, criação de conteúdo digital, resolução de problemas e segurança. Neste documento, entende-se que a competência digital envolve a utilização confiável, crítica e responsável das tecnologias digitais para a aprendizagem, no trabalho, e para a participação na sociedade (CE, 2018).

Em 2017, a Comissão Europeia lançou o “Quadro Europeu de Competência Digital para Educadores – *DigcompEdu*”, com o objetivo de implementar uma estratégia digital comum, ao nível dos estados membros e promover a inovação na educação. Neste referencial, a competência digital dos educadores é entendida como sendo:

A competência digital dos educadores é expressa pela sua capacidade para utilizar tecnologias digitais, não só para melhorar o ensino, mas também para as interações profissionais com colegas, aprendentes, encarregados de educação e outras partes interessadas. É expressa, também, pela sua capacidade para utilizá-las para o seu desenvolvimento profissional individual e para o bem coletivo, e inovação contínua na instituição e no ensino (CE, 2018).

Neste referencial são apresentadas 22 competências, organizadas em 6 áreas, tal como está representado na figura 1.



Figura 1 - Competências Digitais do *DigcompEdu* (CE, 2018)

Neste referencial, as competências digitais estão organizadas de forma progressiva para ajudar os educadores a avaliarem e conseguirem desenvolver as suas capacidades nesta área. Com este documento pretende-se que todos os educadores sejam capazes de aproveitar o potencial das tecnologias digitais para melhorar e inovar a educação (CE, 2018).

A par deste referencial, foi disponibilizada, pela mesma organização, a ferramenta de autorreflexão SELFIE, que possibilita às escolas, desde os alunos, professores aos dirigentes escolares/diretores, fazer o autodiagnóstico das suas competências digitais. Findo o questionário é gerado um relatório global da escola que abrange 8 áreas: liderança, infraestruturas e equipamentos, colaboração e trabalho em rede, desenvolvimento profissional contínuo, pedagogia – apoios e recursos, pedagogia - aplicação em sala de aula, práticas de avaliação, competências digitais dos alunos. Para além das mencionadas, têm sido implementadas várias políticas educativas, ao longo das últimas décadas, que têm promovido a sua integração geral das TD. De seguida, iremos analisar algumas dessas políticas educativas, mais concretamente no contexto do sistema educativo português.

1.5. As Tecnologias Digitais e as políticas educativas

Nas últimas décadas, têm vindo a ser implementadas várias políticas educativas governamentais, no sentido de modernizar o sistema educativo português, para que se acompanhe os avanços tecnológicos. Na tabela 1, apresenta-se uma compilação destes programas/projetos e iniciativas, organizados por ordem cronológica.

Tabela 1 - Principais projetos e iniciativas educativas em Portugal 1985 -2020 (elaboração própria)

Data	Designação
1985 - 1994	Projeto MINERVA (Meios Informáticos No Ensino: Racionalização, Valorização, Atualização)
1996 - 2002	Programa Nónio-Século XXI
1997 - 2002	uARTE (Unidade de Apoio à Rede Telemática Educativa) – Internet nas escolas
2002 - 2005	Programa Internet@EB1
2005	EduTIC
2005	CRIE (Computadores, Redes e Internet na Escola)
2005 – 2006	Projeto CBTIC@EB1 (Competências Básicas em TIC nas Escolas Básicas do 1º Ciclo)
2007 - Presente	Programa Internet Mais Segura
2007 - 2011	PTE (Plano Tecnológico da Educação)
2008 - 2011	Iniciativa e-escolas/e-escolinha/ e-professor/ e-oportunidades
2008 - Presente	ERTE (Equipa de Recursos e Tecnologias Educativas)
2010 – 2013	Aprender a Inovar com as TIC
2011 - 2015	Programa e.escola 2.0
2014 - Presente	Rede Nacional de Programação e Robótica
2020 - Presente	Plano de Ação para a Transição Digital

Como podemos verificar, têm sido várias as iniciativas tecnológicas nas escolas e o projeto mais duradouro foi o primeiro, o MINERVA (Meios Informáticos No Ensino: Racionalização, Valorização, Atualização).

Muitos destes projetos advêm de diretrizes emanadas pela Comissão Europeia. Recentemente, esta organização lançou o *Digital Education Action Plan (2021 – 2027)* (2020), com o objetivo de apoiar e a adaptação dos sistemas educativos dos estados-membros à nova era digital. Este plano oferece uma visão estratégica de alta qualidade, inclusiva, acessível e a longo prazo da Educação Digital na Europa e assenta em duas grandes vertentes:

1. Fomentar o desenvolvimento de um ecossistema de educação digital de alto desempenho (infraestruturas, conectividade, equipamentos, plataformas seguras, ...)
2. Reforçar as aptidões e competências digitais para a transformação digital, (literacia digital e combate à desinformação, igualdade de representatividade das mulheres e jovens em carreiras digitais, ...).

Neste sentido, o Governo de Portugal, aprovou o “Plano de Ação para a Transição Digital” (2020) onde está contemplado “Programa de Digitalização para as Escolas” que contempla, entre outras medidas, a capacitação digital docente, fornecimento de equipamentos da “Escola Digital” e a elaboração dos Planos de Ação para o Desenvolvimento Digital das Escolas (PADDE).

Num relatório do Conselho Nacional da Educação (2016), encontramos uma perspetiva histórica de algumas políticas e iniciativas que foram implementadas em Portugal, constatando a importância, cada vez maior da utilização das TD, em contexto educativo, com o objetivo primordial de inovar a prática pedagógica. Neste mesmo relatório, a referida entidade apontava, na altura, para algumas questões e problemáticas, a ter em atenção nesta temática, entre as quais, salientamos as seguintes:

- Verificação nos cursos de formação inicial de docentes da componente curricular sobre integração das Tecnologias Digitais em educação e sua validade/atualidade;
- Adequação da formação contínua dos docentes à evolução das tecnologias;
- Construção de uma base de dados de recursos educativos digitais;
- A necessidade de atualizar determinados equipamentos (com mais de três anos), para melhorar o seu desempenho;
- Acompanhamento superior deficitário quando há necessidade de resolver questões técnicas;
- Escolas do 1.º ciclo com acesso deficitário (ou inexistente) a equipamentos e Internet.

- Necessidade de práticas educativas inovadoras, potenciadas pelo uso das tecnologias digitais.

O PADDE está em andamento em todas as escolas do país e ainda não foram divulgadas avaliações do mesmo, pois encontra-se em fase de monitorização, no entanto, somos levados a acreditar que, algumas das problemáticas elencadas pelo CNE, já em 2016, ainda subsistem e poderão influenciar o sucesso deste plano.

A capacitação digital, em massa, dos docentes visa o desenvolvimento das competências digitais, pilar fundamental para a implementação de metodologias inovadoras, para que a escola se adapte, finalmente, aos desafios do futuro.

1.6. As competências digitais como pilares essenciais para o futuro

Têm sido várias as políticas educativas implementadas em Portugal ao longo dos últimos anos. No entanto, surge-nos a questão se efetivamente as escolas estão a dotar os jovens com competências que respondem às necessidades do futuro mercado de trabalho. De seguida, analisaremos alguns documentos de referência que nos vão ajudar, no esclarecimento da questão anterior.

Primeiro, será interessante analisar as previsões que apontam quais as profissões mais necessárias no futuro. No *“Future of Jobs Report”* (2020) do *World Economic Forum*, somos confrontados com a dura realidade do impacto da pandemia na economia global, prevendo-se uma deslocação de 85 milhões de empregos pela emergência da automação. No entanto, também se prevê uma revolução a nível da robótica que criará 97 milhões de novos empregos. Para acompanhar esta mudança no mundo do trabalho, o referido relatório enuncia várias competências necessárias, a nível mundial, já em 2025, que são o pensamento analítico, a criatividade e a flexibilidade. As principais áreas laborais emergentes destacadas são a criação de conteúdos e computação em nuvem, com dados e IA.

Em 2021, e já atendendo ao impacto da pandemia mundial, esta mesma entidade elaborou uma lista com as profissões do futuro, para lá do ano 2030. Uma das profissões destacadas baseia-se na expectativa da normalização do teletrabalho, estimando-se que na era pós COVID-19 aumentem os “facilitadores” do trabalho a partir de casa. Outra das profissões faz referência ao comprovado aumento das profissões relacionadas com algoritmos, automação e IA estimando-se que os *Data Scientists* continuem a ser das profissões mais necessárias, levando assim a um incremento na procura por *Data Detectives*, que ajudarão as empresas na procura e análise da informação (WEForum, 2021).

A curva de Gartner é uma representação gráfica da posição relativa de várias tecnologias em determinada altura. Em agosto de 2021, ficamos a conhecer as tendências tecnológicas em ascensão para os próximos anos como demonstra a figura 2.

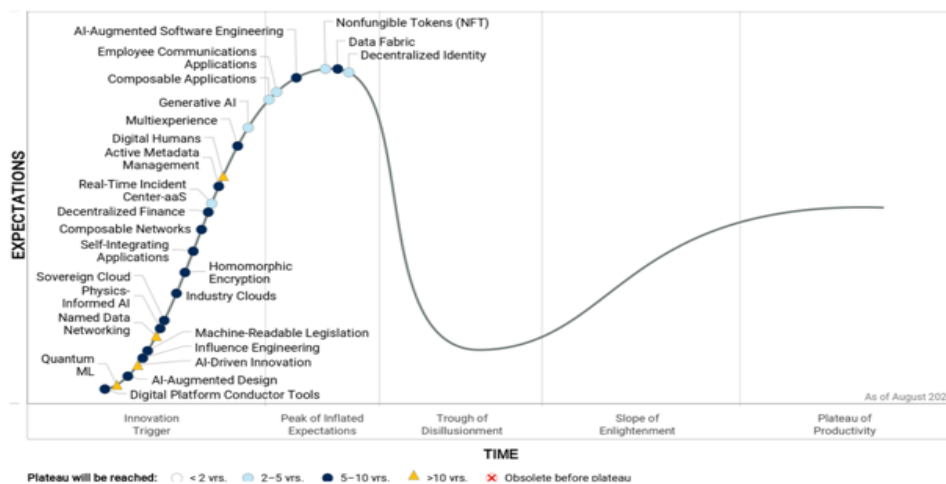


Figura 2- Tendências tecnológicas da Curva de Gartner (Gartner, 2021)

Da análise deste gráfico, aparece-nos como tendência dominante crescente e até a longo prazo a referência às tecnologias ligadas à IA, de onde se destacam também as ciências dos dados (*data*). Como uma tendência tecnológica a atingir previsivelmente num espaço temporal superior a dez anos, já nos aparece a referência à Machine Learning (ML) Quântica.

Quando lemos estas previsões para tão longo prazo, por vezes, questionamo-nos se efetivamente serão cenários realistas e se a tecnologia acompanhará efetivamente estas tendências, ou se estaremos mais uma vez no âmbito da ficção científica. No entanto, os dados apresentados referem-se a fontes credíveis. Face a estes dados, podemos questionarmo-nos qual será o futuro da educação.

A OCDE publicou o relatório *“Back to the Future of Education: Four OECD Scenarios for Schooling”* (2020) onde, com as devidas salvaguardas deste tipo de previsões que nunca poderemos entender como certezas, face à incerteza do futuro (tal como nos veio demonstrar a pandemia da COVID-19), são traçados quatro cenários (*“Schooling extended”*, *“Education outsourced”*, *“Schools as learning hubs”* e *“Learn-as-you-go”*), para o futuro da educação, mais especificamente em 2040. Por estarem mais ligados ao tema em estudo, analisaremos de seguida dois desses cenários.

No cenário um, *“Schooling extended”*, não se verificam muitas mudanças no papel do professor e aluno atual, no entanto, há espaço para a inovação. A IA assistirá o processo instrucional através da análise da aprendizagem e da tecnologia de reconhecimento facial, passando a existir feedback instantâneo. As escolas terão um corpo docente reduzido, mas bem

treinado para conceber conteúdos e atividades de aprendizagem com a colaboração de robots educacionais.

O cenário quatro, “*Learn as you go*”, é baseado nos avanços da IA, Realidade Aumentada e Virtual e na Internet das Coisas. Espera-se que nessa altura, fruto da vasta conectividade e extensas estruturas digitais, as oportunidades de aprendizagem sejam grátis e estejam à disposição de todos e em qualquer lugar, desaparecendo assim, a distinção entre aprendizagem formal e informal. Estarão disponíveis assistentes pessoais de IA que orientam o processo de aprendizagem personalizada e individual de forma que a profissão docente deixará de existir. No entanto, apesar de não existirem professores, o documento assinala que “Ao mesmo tempo, aulas, palestras e várias formas de tutoria podem ser comuns tanto *offline* como *online*, algumas articuladas por humanos, outras criadas pela máquina.”

Já a UNESCO, no relatório “*Reimagining our Futures Together: a new social contract for education*” (2021), traça outros cenários para a educação em 2050, no entanto, segundo este relatório, o “professor” não desaparecerá e o seu papel continuará a ser fundamental, como podemos analisar na citação seguinte:

Os professores continuam a ser centrais para o futuro da educação. Da mesma forma que eles têm sido fundamentais para o contrato social que tem estado em vigor desde o século XIX, serão também convocadores, profissionais e investigadores decisivos para a construção de um novo contrato social para a educação. Para tal, é necessário assegurar a sua autonomia e liberdade, apoiar o seu desenvolvimento ao longo da sua vida profissional e reconhecer o seu papel na sociedade e a sua participação nas políticas públicas. Os professores serão naturalmente protagonistas centrais na construção de processos de diálogo e inovação, reunindo e convocando outras pessoas e grupos (UNESCO, 2021, p. 156).

Assegurando que “nenhuma tendência é destino”, o referido relatório assentou os seus múltiplos cenários em transformações disruptivas emergentes que terão impacto no futuro da Educação, entre as quais, o potencial transformador das tecnologias digitais e, em linha de pensamento com as referências anteriores, as mudanças estruturais que refazem as perspetivas de emprego em todo o mundo devido à IA e à automação.

Noutro documento, “*Trends Shaping Education 2022*”, baseando-se em factos atuais, a OCDE refere que a educação está “cada vez mais digitalizada”. É notória a constatação de que “Os sistemas de IA estão a ser cada vez mais utilizados para tomar decisões na educação (por exemplo, avaliação dos alunos, atribuição de alunos às escolas)”. Neste mesmo documento são colocadas algumas questões conducentes a uma reflexão sobre estas tendências de IA na educação que são: “Até que ponto os resultados têm sido eficazes e justos até agora? Estamos a auditar estes algoritmos? Que situações devem dar prioridade à intervenção humana?” (OCDE, 2022). Neste mesmo documento, a OCDE comprova a importância da IA no mundo

atual, apresentando o facto de a investigação em IA ter vindo a aumentar constantemente nos últimos 40 anos e que “desde a viragem do século, o crescimento explodiu: de menos de 100 000 publicações para mais de 550 000 entre 2000 e 2021, com os Estados Unidos, a União Europeia e a China a produzir mais de 70% das publicações”. Baseando-se neste estudo, a OCDE lança o alerta de que “a investigação identifica grandes oportunidades, mas também riscos e questões existenciais”. Tais dados são comprovados no gráfico ilustrativo da figura 3, partilhado por esta organização, no documento previamente referido.

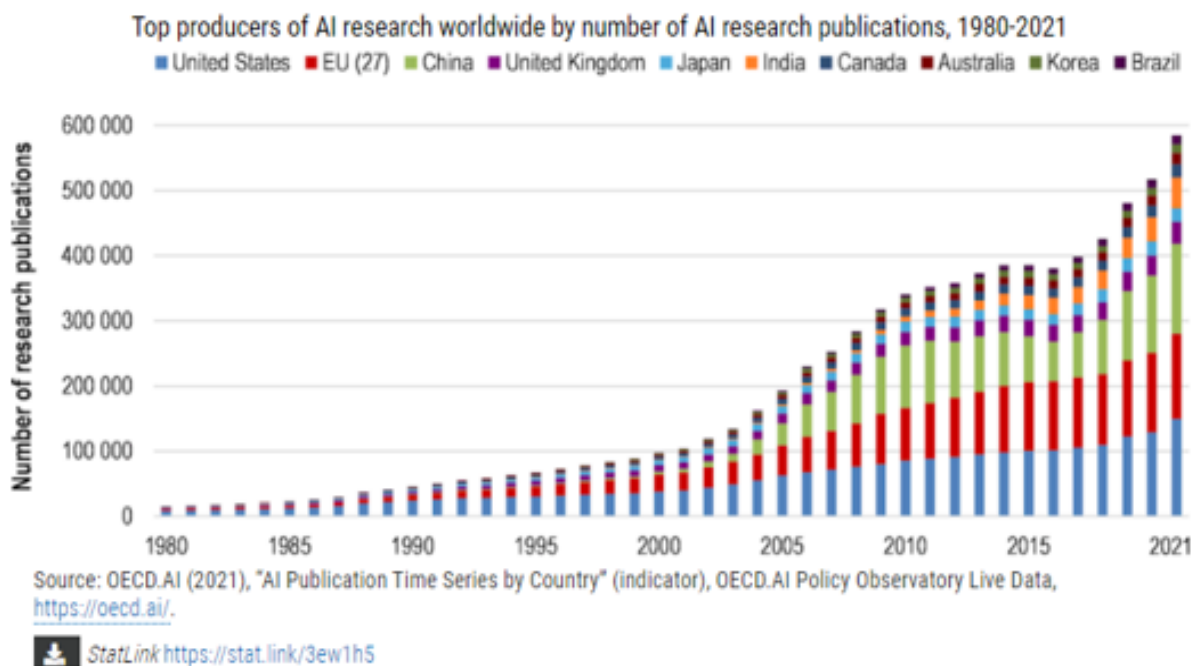


Figura 3 - Número de publicações de investigações sobre IA, segundo a OCDE (2022)

As tendências que temos vindo a analisar, demonstram uma linha orientadora comum, ou seja, a necessidade de dotar os alunos com competências para um futuro laboral, onde novas profissões estão a emergir e muito do conhecimento a utilizar no futuro ainda não existe. As previsões indicam que as competências digitais do futuro aparecem ligadas à IA. Resta-nos perceber se os decisores políticos a nível mundial e até nacional estão a precaver esta dominância da IA e se estes temas são referidos em documentos oficiais de várias entidades com influência educativa.

1.7. As competências digitais de IA nos referenciais

As previsões de várias entidades a nível mundial, enunciadas no ponto anterior, enfatizam o papel fundamental da IA no futuro da Humanidade e da educação. Segue-se uma análise de alguns referenciais de competência digital docente, para verificar até que ponto esta tecnologia está contemplada. Em 2019, a Comissão Europeia identificou no documento “*Key Competences*

For Lifelong Learning”, várias competências-chave para que todos atinjam o seu potencial máximo.

Relativamente a estas competências-chave refere-se o seguinte:

As competências-chave são desenvolvidas ao longo da vida, através de aprendizagem em diferentes ambientes, incluindo família, escola, local de trabalho, vizinhança e outras comunidades. Todas as competências-chave são consideradas igualmente importantes e aspetos essenciais para um domínio apoiará o desenvolvimento de competências noutra. Por exemplo, competências como o pensamento crítico, resolução de problemas, trabalho de equipa, comunicação, criatividade, negociação, analítica e intercultural, estão incorporadas em todas as competências-chave (CE, 2019).

As competências-chave apresentadas neste documento são: competência digital; literacia; Multilinguagem; competências matemáticas e competências científicas; tecnológicas e das engenharias; cidadania; empreendedorismo; pessoais, sociais e aprender a aprender; culturais e expressivas. De entre as oito competências-chave elencadas, destacamos as Competências Digitais que são definidas do seguinte modo:

A competência digital envolve a utilização confiante, crítica e responsável, e o empenho com tecnologias digitais para a aprendizagem, no trabalho, e para a participação na sociedade. Inclui literacia de informação e dados, comunicação e colaboração, literacia mediática, criação de conteúdos digitais (incluindo programação), segurança (incluindo bem-estar digital e competências relacionadas com a cibersegurança), questões relacionadas com a propriedade intelectual, problema resolução e pensamento crítico (CE, 2019).

Neste documento é feita a referência à importância de os indivíduos serem capazes de gerir e proteger os dados e conteúdos, bem como o reconhecer e envolver-se eficazmente com software, dispositivos, IA ou robots.

No contexto do PISA (*Programme for International Student Assessment*), a OCDE publicou o e “*PISA 2021 ICT Framework*” onde é constatado que as tecnologias digitais estão integradas nas escolas de 3 maneiras: através do envolvimento dos alunos, quer dentro quer fora da escola; pelo seu uso crescente por parte dos professores, tanto para o processo de ensino aprendizagem como comunicação e administração; através do reconhecimento da importância das competências digitais na era digital. Neste documento reconhece-se que, na economia global há um aumento crescente de oportunidades de trabalho disponíveis nas áreas da IA e do *Big Data* e que “muitos países mostram um interesse crescente em incluir o pensamento computacional (PC), resolução de problemas, literacia de dados e outras competências do século XXI nos seus currículos” (OCDE, 2019, p. 46).

No referencial da UNESCO “*ICT Competency Framework for Teachers*” (UNESCO, 2018), encontram-se distinguidas seis competências essenciais (compreensão das TIC na Educação, currículo e avaliação, pedagogia, aplicação das competências digitais, organização e administração, aprendizagem profissional dos professores) organizadas por níveis de

conhecimento (aquisição, aprofundamento e criação). Este documento já aborda os impactos dos recentes avanços tecnológicos na educação, tais como IA, Tecnologias Móveis, a Internet das Coisas, Recursos Digitais Abertos, VR e AR, *Big Data*, para apoiar a criação de Sociedades de Conhecimento inclusivas. Reconhece que a IA já é utilizada na educação através de conteúdos personalizáveis e que continuará a oferecer novas oportunidades de aprendizagem ao longo da vida, no entanto, chama atenção para a ética, segurança de dados e dos direitos humanos.

O “*Digital competency framework*” do Québec (2020), encontra-se organizado em dez dimensões: comunicação, colaboração, produção de conteúdos, inclusão e necessidades diversas, empoderamento pessoal e profissional, resolução de problemas, pensamento crítico, inovação e criatividade, recursos digitais para a aprendizagem e literacia da informação. No centro de todo este processo encontram-se as competências éticas e tecnológicas. No desenvolvimento e mobilização destas competências tecnológicas é referida a necessidade de “Desenvolver uma compreensão geral da IA e do seu impacto na educação, sociedade, cultura e política”.

A Comissão Europeia, no seu já referido *Digital Education Action Plan 2021 - 2027* (2020) reconhece que o desenvolvimento de competências para a transformação digital requer “bom conhecimento e compreensão de tecnologias com grande intensidade de dados, tais como a IA”.

Em março, esta mesma organização publicou a versão atualizada do seu *Quadro Europeu de Competências Digitais para Cidadãos*, o *DigComp 2.2* (2022), que esteve em consulta pública até dezembro de 2021. Esta versão inclui a Dimensão 4 e está organizada em três áreas: conhecimento, competências e atitudes. Foram inseridos temas e tópicos novos e emergentes no mundo digital como a IA, desinformação, competências relacionadas com dados e “dataficação” (*datafication*) de todos os aspetos das nossas vidas, tecnologias emergentes como a Realidade Virtual, robótica social, Internet das Coisas; competências digitais verdes.

Como é possível verificar, os referenciais de competências digitais têm vindo a ser atualizados de modo a abranger esta temática emergente que é a IA, que cresce exponencialmente no nosso presente e, tendencialmente, fará parte do futuro. As previsões indicam que a IA estará cada vez mais presente nas nossas vidas, dominando até as ações mais básicas.

A OCDE tem vindo a alertar para o desfasamento do currículo das escolas, relativamente às necessidades do mundo do trabalho do futuro (OCDE, 2018), (OCDE, 2019), (OCDE, 2020). Damião (2019, p. 75), sublinha que o “currículo tradicional, principalmente por estar sobrecarregado de conteúdos disciplinares reportados ao passado, que são transmitidos pelo professor de modo uniforme, impede os alunos de os compreenderem em profundidade”. Nesta

mesma linha de raciocínio, Ortega (2020, p. 40) afirma que um currículo baseado na competência é o mais adequado ao mundo atual para “tornar os alunos competentes, ou seja, pessoas que têm os recursos necessários para poderem continuar a aprender ao longo das suas vidas”. A escola tradicional, uma escola de conteúdos, não está adequada às exigências da Sociedade da Informação. Num estudo de Laborinho *et. al* (2020) é referido que “educar não é apenas fornecer informação, mas sim ajudar e acompanhar as pessoas a adquirirem os processos, as formas de pensar e os critérios que nos permitem converter essa informação em conhecimento”.

A escola tem o papel de preparar os alunos para esse mundo tecnológico, não podendo ignorar as evidências, implementando, definitivamente, uma escola de competências, abordando temáticas emergentes desde o início da escolaridade. É, então, necessária e urgente uma mudança na escola e nos currículos, que responda às necessidades dos cidadãos e que os prepare para um futuro incerto. Na incerteza do que poderão ser os empregos do futuro, uma das certezas que temos é que serão, sem dúvida, mais tecnológicos, muitas das profissões atuais desaparecerão e outras serão criadas. É necessário que os nossos alunos desenvolvam as competências-chave definidas pela Comissão Europeia, e potenciem as chamadas competências século XXI como o pensamento crítico, resolução de problemas, trabalho de equipa, comunicação e criatividade.

Como temos vindo a constatar, as competências digitais são fundamentais para o futuro, principalmente as que se relacionam com a IA. Por ser esta a temática e objeto deste estudo, no próximo capítulo iremos debruçar-nos sobre a interpretação do que é a IA e analisar as suas potencialidades educativas. Para uma melhor compreensão desta temática, vamos iniciar esta análise através da definição de IA, do reconhecimento do impacto da IA nas nossas vidas, da sua história e ramificações. Serão abordadas questões éticas e, finalmente, serão referidas as potencialidades da IA na educação.

2. A IA e as suas potencialidades educativas

No capítulo anterior verificamos que a sociedade digital urge uma mudança na escola tradicional, sendo necessária uma escola de competências. Analisamos os cenários do futuro da educação, emanados por duas organizações internacionais, a OCDE e a UNESCO e verificamos que, previsivelmente, as tecnologias digitais serão um recurso ainda mais importante nas práticas educativas. Analisámos as tendências dos empregos do futuro e verificamos que, dada a emergência da automação, da IA e do *Big Data*, entre outros, os dados atuais levam-nos a acreditar que este será ainda mais tecnológico.

Para uma melhor compreensão desta temática, vamos iniciar esta análise através da definição de IA.

2.1. O que é a IA?

Começamos por referir que o nome “Inteligência Artificial” não é consensual. Na literatura, alguns investigadores preferem a referência a “Inteligência Aumentada” (AI - *Augmented Intelligence*), pois na verdade é o cérebro humano a fonte de inteligência, que utiliza os computadores e os seus programas para aumentar as suas capacidades intelectuais, como por exemplo, encontrar padrões em enormes quantidades de dados (Holmes, Bialik, & Fadel, 2019). Apesar de se considerar o nome Inteligência Aumentada mais exato, IA é na verdade o nome mais conhecido e aquele que mais se popularizou, pelo que será este o utilizado neste trabalho.

Historicamente, as primeiras noções de IA e robots remontam à Antiguidade Grega, sob a forma de mitos e lendas sobre criaturas mecânicas, “robots inteligentes”, ou seja, máquinas que, supostamente, pensavam. A mitologia grega fala-nos do antigo deus Hefesto, deus do ferro e do fogo, que era conhecido como um inventor genial. Acreditava-se que este deus tinha criado o primeiro robô da história chamado Talos, cuja missão era proteger Creta de qualquer inimigo. Noutras versões, acredita-se até que foi criado pelo próprio Zeus, rei dos deuses do Olimpo. De acordo com estes mitos, Talos foi morto por Medeia porque o seu desejo de imortalidade estava a ficar fora de controlo (Explore Crete, s.d.). Eis, já aqui nesta altura, um cenário que continua a atemorizar a humanidade, ou seja, a ascensão e hegemonia da IA incontrolável.

No século X a.c., na China, um artesão habilidoso chamado Yan Shi criou uma invenção maravilhosa para a época, um autómato humanoide que chegou a apresentar ao Imperador Mu of Zhou que ficou espantado com as habilidades executadas e até com a sua capacidade de cantar (Elliott, 2019) (Wikipédia, 2021).

Nos tempos modernos, as noções de IA remontam aos anos 50, na altura em que surgiu também o conceito de PC. Dos pioneiros no estudo do PC, destaca-se Alan Perlis, nos anos 50, com as noções de algoritmo (*algorithmizing*) e literacia computacional (Denning & Tedre, 2016). É atribuída, no entanto, a Seymour Papert o uso da expressão “Pensamento Computacional” pela primeira vez, numa experiência empírica com a linguagem de programação LOGO (Papert, 1980). O PC tem como objetivo ajudar na resolução de problemas, através de quatro competências-chave: decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e algoritmo.

O criador do famoso Teste de Turing, Alan Turing, pioneiramente, questionou se “As máquinas podem pensar?”, num artigo da revista *Mind, Computing Machinery and Intelligence* (Turing, 1950). Neste mesmo artigo, Turing descreveu as *Learning Machines* que, segundo ele,

seriam programadas seguindo os princípios de castigos e recompensas, como em processos de ensino/aprendizagem behavioristas. Foi assim que nasceu o conhecido Teste de Turing, definido pelo autor como o “Jogo da Imitação” onde se pretendia testar a IA numa competição homem-máquina.

Atribui-se, no entanto, o cunho do nome IA a John MacCarthy e aos seus colegas Marvin Minsky, Nathan Rochester e Claude Shannon, que organizaram uma conferência sobre IA na Universidade de Darmouth no verão de 1956. Nesta conferência, durante 2 meses, vários investigadores dedicaram-se a estudar formas de colocar as máquinas a simular a aprendizagem, a usar a linguagem, formar a abstração e conceitos e resolver problemas tal como os humanos. Ali discutiu-se a programação da IA, chegando a conceitos de redes neuronais, aleatoriedade, criatividade e até estudando a possibilidade do seu autoaperfeiçoamento (McCarthy *et al.*, 1955).

Em 1971, John McCarthy recebeu o prémio Turing, atribuído pela “Associação para Maquinaria da Computação” dos Estados Unidos da América, pela sua palestra intitulada “*The Present State of Research on Artificial Intelligence*”. Mais tarde, este cientista e investigador apresentou, numa entrevista, a seguinte definição de IA (MacCarthy, 2004):

É a ciência e a engenharia de fazer máquinas inteligentes, especialmente programas informáticos inteligentes. Está relacionado com a tarefa semelhante de utilizar computadores para compreender a inteligência humana, mas a IA não tem de limitar-se a métodos que são biologicamente observáveis.

A IA também pode ser definida como sistemas informáticos que foram concebidos para interagir com o mundo através de capacidades (por exemplo, perceção visual e reconhecimento da fala) e comportamentos inteligentes (por exemplo, avaliando a informação disponível e, em seguida, tomando a ação mais sensata para atingir um objetivo declarado) “que nós pensaríamos como essencialmente humano” (Luckin *et al.*, 2016). A IA tem vindo a evoluir e é hoje definida, pela Comissão Europeia, como:

“... 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 (...) recolhidos, raciocinando sobre o conhecimento ou processando as informações resultantes desses dados e decidindo as melhores ações a adotar para atingir o objetivo estabelecido. Enquanto disciplina científica, a IA inclui diversas abordagens e técnicas, tais como a aprendizagem automática (...), o raciocínio automático (...) e a robótica (...)” (CE, 2019, p. 6).

A IA integra diversos ramos tecnológicos, que passam por algoritmos (listas de passos para resolver um problema), ML, Redes Neuronais de *Deep Learning* (DL). A ML é operacionalizada por sistemas de computadores que aprendem com os dados. Quando a quantidade de dados é suficiente o algoritmo da ML consegue fazer previsões. As Redes

Neuronais são formas de IA inspiradas pela estrutura do cérebro humano (Baker *et al*, 2019, p. 10). Algumas das aplicações da IA são: o reconhecimento de voz, compreensão da linguagem natural, visão por computador, sistemas especializados, classificação heurística e jogos (MacCarthy, 2004).

Para a implementação deste estudo, importa clarificar alguns destes conceitos, os quais passaremos a explicar no ponto seguinte.

2.2. Os ramos da IA e sua aplicação

Começaremos por interpretar a relação entre a IA, a ML e a DL que está bem representada na figura 4.

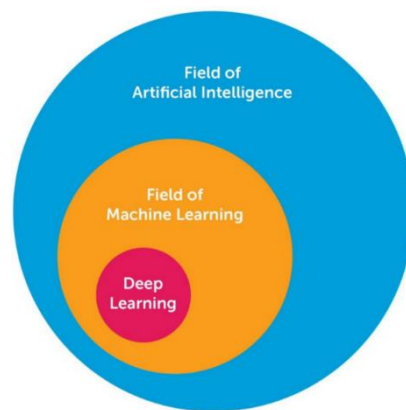


Figura 4 - Relação entre IA, ML e DL (Le, 2017)

O campo da IA é bastante amplo, sendo a DL um subconjunto do campo da ML, que é um subcampo da IA.

De seguida, faremos uma breve definição de alguma terminologia e técnicas de IA mais relacionadas com o tema deste estudo.

Algoritmo: um algoritmo é um conjunto de instruções que se dá a um computador para realizar uma determinada tarefa. Existem vários tipos de algoritmos que dependem da tarefa que precisam de executar ou da previsão que precisam efetuar, por exemplo: Regressão Logística, *Support Vector Machine*, *Ensemble Methods*, Algoritmos de Agrupamento (*Clustering*), Decomposição em Valores Singulares, Análise de Componentes Principais, Classificação *Naïve Bayes*, Regressão Linear, Árvores de Decisão ou Redes Neuronais, entre outros. Por exemplo, os algoritmos de Regressão Linear mostram ou preveem a relação entre duas variáveis ou fatores, ajustando uma linha reta contínua aos dados. A linha é frequentemente calculada utilizando a função Custo do Erro Quadrático. A regressão linear é um dos tipos mais populares de análise de regressão. Os algoritmos Árvores de Decisão dividem os dados em dois ou mais

conjuntos homogêneos. Utilizam a regra de “se-então” para separar os dados com base no diferencial mais significativo entre os pontos de dados.

Para clarificar um pouco mais, os algoritmos de agrupamento determinam o nível de semelhança e tentam encontrar espectadores que gostam do mesmo tipo de filmes, enquanto os algoritmos de classificação utilizam cálculos preditivos para decidir se um e-mail é spam.

Machine Learning - É o processo de utilizar modelos matemáticos de dados para ajudar um computador a aprender sem instruções diretas. É considerado um subgrupo da IA. A ML utiliza algoritmos para identificar padrões dentro dos dados e esses padrões são, depois, utilizados para criar um modelo de dados capaz de fazer previsões. Com mais dados e mais experiência, os resultados da aprendizagem automática são mais precisos, tal como os humanos melhoram com a prática (Microsoft, 2022). Ou seja, neste caso, não se programam os algoritmos com instruções diretas do que devem fazer, mas através de enormes quantidades de dados, a ML consegue fazer previsões. A ML analisa os dados, reconhece padrões e constrói um modelo capaz de prever valores futuros. Por exemplo, é assim que ao analisar padrões em fotografias de uma determinada pessoa, a reconhece noutras imagens, ou até ao reconhecer padrões em sintomas de algumas doenças é capaz de prever um diagnóstico médico. O crescimento exponencial da ML na última década deve-se ao avanço significativo da ML no que se refere a processadores computadores rápidos, ao *Big Data* e a novas abordagens computacionais. (Holmes, Bialik, & Fadel, 2019).

Existem 3 técnicas diferentes de ML:

Supervised learning (Aprendizagem supervisionada) – Nesta técnica, os dados são fornecidos já organizados, categorizados e etiquetados, atuam como um professor e “treinam” a máquina, aumentando na sua capacidade de fazer uma previsão ou decisão. Por exemplo, a identificação de pessoas em fotos no Facebook.

Unsupervised learning (Aprendizagem não supervisionada) – Aqui é fornecida uma quantidade maior de dados, mas que não estão categorizados e etiquetados, nem têm nenhuma instrução específica de como se organizar. Estes algoritmos analisam os dados e fazem agrupamentos e classificam-nos em novos dados. Por exemplo, é o algoritmo que nos dá determinado tipo de anúncios publicitários mediante as nossas pesquisas online.

Reinforcement learning (Aprendizagem por reforço) - A IA é fornecida com alguns dados iniciais dos quais deriva o seu modelo, que é avaliado, avaliado como correto ou incorreto, e recompensado ou punido em conformidade. Depois de o sistema ter tomado uma decisão, recebe um feedback, uma recompensa ou uma penalização, indicando quão boa foi a decisão.

Com base no feedback, o sistema modifica a sua estratégia a fim de minimizar decisões erradas e maximizar as decisões certas.

Redes Neurais Artificiais – As redes neurais artificiais são redes computacionais inspiradas no cérebro humano. São um método para solucionar problemas através da simulação do cérebro humano. Tem três tipos de camadas: uma camada de entrada onde recebe dados iniciais, uma ou mais camadas ocultas entre a camada de entrada e a camada de saída onde efetua cálculos complexos, e uma camada de saída onde produz o resultado.

Deep Learning – A Aprendizagem Profunda, tal como ilustrado na figura 4, é um subconjunto da ML. Representa uma versão avançada da ML, e é muitas vezes considerada a sua evolução. Utiliza redes neurais artificiais para determinar se uma previsão que faz é precisa ou não, sem qualquer ajuda ou orientação dos humanos.

Processamento da Linguagem Natural – O processamento da Linguagem Natural são interações entre computadores e a linguagem humana, em particular a programação de computadores para processar e analisar grandes quantidades de dados em linguagem natural. O resultado é um computador capaz de interpretar o conteúdo de documentos, incluindo as nuances contextuais da linguagem dentro dos mesmos. A tecnologia pode então extrair com precisão informações e conhecimentos contidos nos documentos, bem como categorizar e organizar os próprios documentos.

Visão por computador - A *Computer Vision* é uma subárea da IA mais transformada pelo aumento da DL. O poder computacional e a disponibilidade de grandes conjuntos de dados e refinamentos de algoritmos de redes neurais levaram a melhorias dramáticas no desempenho da visão computacional. Pela primeira vez, os computadores são capazes de executar algumas tarefas de classificação visual (estritamente definidas) melhor do que as pessoas, tais como imagens médicas.

Robótica - A robótica pode ser definida como “IA em ação no mundo físico”. É também chamada de IA incorporada. Exemplos de robots incluem manipuladores robóticos (por exemplo, manipulação segura de materiais perigosos), veículos autónomos (por exemplo, carros, drones, táxis voadores), robots humanóides, aspiradores de pó robóticos, etc. Os avanços na perceção fiável da máquina, incluindo a visão por computador, a força e a perceção táctil, continuarão a ser elementos-chave para a evolução das capacidades da robótica.

Quando analisamos esta terminologia, apercebemo-nos do potencial enorme da tecnologia que envolve a IA. Reconhecendo que ainda há um longo caminho a percorrer, questionamo-nos qual será o seu futuro, no entanto, no ponto de análise seguinte iremos identificar de que maneira esta tecnologia está presente nas nossas vidas.

2.3. A IA na sociedade atual

Quando se fala em IA, muitos pensam logo em robots humanóides autónomos com cérebros artificiais, derivado, talvez, das imagens publicadas relacionadas com esta temática. Outros, pensam também em cenários futurísticos de ficção científica cultivados no nosso imaginário, através de filmes como, por exemplo, “*Ex Machina*”, “*Her*”, “*I, Robot*”, “*A.I.*”, “*The Matrix*” ou até “2001, Odisseia no espaço”. Neste último filme, realizado por Stanley Kubrick em 1968 e considerado a sua obra-prima, um computador com IA chamado *HAL*, controla todas as atividades da nave espacial e tenta assumir o seu controle. Sem esquecer também a maléfica *Skynet*, do filme “*The Terminator*”, que condena a humanidade à extinção. Deste modo, verifica-se que a generalidade das pessoas possui poucos conhecimentos detalhados sobre conceito, o mesmo se verificando com alguns líderes empresariais (West, 2018).

Longe de ser apenas um enredo de Hollywood, IA faz parte da nossa vida, quase sem nos apercebermos, umas vezes “disfarçada” em aplicações lúdicas, outras de um modo mais impactante, onde vai controlando as nossas escolhas, através da análise das nossas pesquisas online, entre muitas outras vertentes. Empresas gastam milhões na obtenção, na análise e controlo de quantidades massivas de dados, o chamado *Big Data*. Em 2017, o *The Economist* publicou um artigo com o título “O recurso mais valioso do mundo já não é o petróleo, mas os dados”. Empresas como a *Google*, *Amazon*, *Facebook (Meta)* ou a *Microsoft*, só para referir algumas, alimentam-se de dados transformando a publicidade num dos negócios mais lucrativos de todos os tempos e em permanente expansão. É verdade que já se criaram dependências, disfarçadas pela gratuidade de utilização. Grande parte da sociedade acede a pesquisas no motor de busca ou visualiza as atualizações numa rede social e, na verdade, os utilizadores acabam por pagar o serviço com este novo bem precioso, os seus dados (Economist, 2017). Esta cedência, por vezes, é realizada de forma inocente e outras com plena consciência das implicações destes acessos online.

Tal como já foi referido, temos atualmente na educação básica as crianças da *Geração Alpha*, que contactam diariamente e de forma natural com assistentes virtuais e, segundo Druga (2018) as crianças confiam e acreditam que estas são mesmo inteligentes o que pode ser muito perigoso para a sua privacidade, havendo ainda o risco da recolha dos seus dados para fins eticamente questionáveis.

Os dados são, assim, o combustível da IA e são cedidos, recolhidos e utilizados através de várias formas, na nossa vida quotidiana através de várias aplicações e/ou dispositivos, dos quais estamos comprovadamente dependentes.

As assistentes virtuais mais conhecidas são a *Alexa* da *Amazon*, a *Siri* da *Apple*, a *Cortana* da *Microsoft* e ainda a Assistente *Google*, com as quais podemos conversar ou solicitar a realização de tarefas através do processamento da linguagem natural. Nesta mesma linha de ação, deve-se referir ainda os assistentes inteligentes digitais disponibilizados em carros da marca *Tesla*, *Toyota* ou *Hyundai* que também executam ações por comandos de voz. No entanto, a IA vai mais longe e já se chegou à produção de carros totalmente autónomos.

Como se pode verificar, são várias as aplicações da IA no nosso dia a dia que vão desde uma simples pesquisa num motor de busca, ou a utilização de filtros num smartphone, até à utilização de eletrodomésticos inteligentes (Internet das Coisas) ou a robótica industrial. A ML está a ser cada vez mais explorada para resolver problemas do mundo real, com o objetivo de ajudar o Homem a solucionar questões prementes e globais, como solucionar a poluição ambiental ou até detetar doenças em estados iniciais.

A utilização da IA já está bem patente em vários ramos da sociedade e intimamente ligada a várias disciplinas. Dois investigadores indianos, Vijay e Shubhendu (2013), publicaram um artigo e fizeram uma compilação das várias subdisciplinas da IA, como se verifica na figura 5.

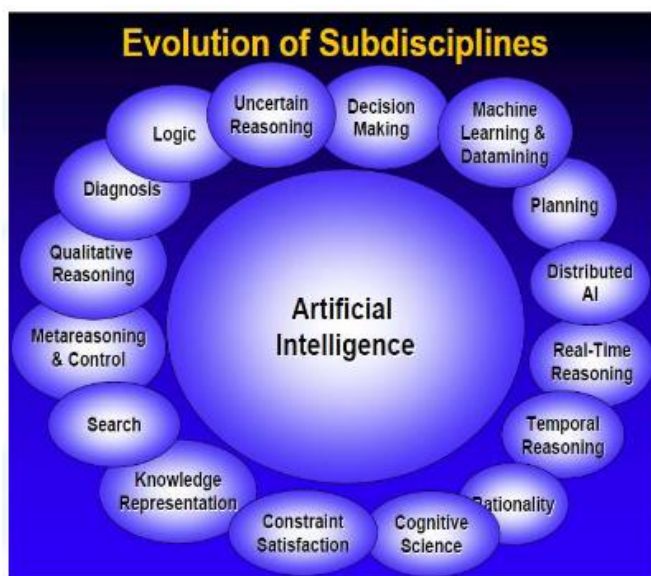


Figura 5- A ligação da IA a outras disciplinas das Ciências (Shubhendu & Vijay, 2013)

Através da análise desta figura conseguimos verificar a interligação da IA a várias disciplinas científicas, que vão desde a pesquisa e lógica até à ciência cognitiva e tomadas de decisão, entre outras.

Nesse mesmo artigo, Shubhendu e Vijay (2013, p. 29) elaboraram listas das expectativas e aplicabilidades da IA em diferentes campos, que são assinaladas na página seguinte:

- **IA na vida cotidiana** - Comunicações; Gestão do tempo; Saúde e segurança; Educação; Objetivos e necessidades informativas; Jogos, recreação e atividades; Produtos, compras e marketing; Planeamento oportunista; Aumento da cognição.
- **IA na Ciência** - Descoberta automatizada; Conceção de experiências; Triagem de recursos: Interpretação de dados; Complexidade das sondas; Biologia, química, medicina, clima.
- **IA e Infraestruturas** – Transportes; Tomada de decisões comerciais; Agricultura; Engenharia e arquitetura; Energia e conservação.
- **IA e os Consumidores** - Evolução da relação com o cálculo; Sensoriamento, raciocínio e aprendizagem; Aplicações inteligentes personalizadas; Produtos e serviços; Desafios e oportunidades com dados e privacidade.

A IA está cada vez mais presente nas nossas vidas e, tal como temos vindo a analisar, também fará parte do nosso futuro. Importa agora analisar o futuro desta temática na sociedade.

2.4. O futuro da IA

Para melhor entendermos o futuro da IA, importa começar por distinguir os seus dois tipos, a “IA fraca” (*Narrow AI*) e a “IA forte” (*General AI*). A “IA fraca”, aquela que existe atualmente, está relacionada com a construção de máquinas e softwares, de certa forma inteligentes, mas incapazes de raciocinar por si próprios, que têm de ser “treinadas” por humanos, através do fornecimento de dados e encadeamento de regras em, por exemplo, motores de inferência (Granatyr, 2018). A “IA forte” é comparada à inteligência humana, autoconsciente, capaz de aprender e fazer previsões do futuro. Esta é também conhecida por superinteligência, com a capacidade de ultrapassar a inteligência e habilidades do cérebro humano, mas ainda existe apenas sob o ponto de vista teórico (IBM, 2020). Recentemente, a *Google* demitiu um dos seus engenheiros de software, Blake Lemoine, por este vir a público defender que a o *Chatbot* de IA chamado *LaMDA* se tornou senciente, ou seja, “tem alma e expressa sentimentos humanos e emoções”, afirmações imediatamente refutadas pela empresa em questão (Reilly, 2022).

No entanto, alguns investigadores defendem que é apenas uma questão de tempo até que as máquinas desenvolvam uma “superinteligência”, que ocorra a chamada “explosão da inteligência” ou que se atinja a Singularidade Tecnológica. O aparecimento do conceito de Singularidade surgiu num artigo elaborado, em 1958 pelo cientista Stanislav Ulam, sobre a vida e carreira de John von Neumann onde, a certa altura, cita a opinião do amigo sobre este tema:

Uma conversa centrada no progresso sempre acelerado da tecnologia e das mudanças no modo de vida humana, que dá a aparência de aproximação de alguma singularidade essencial na história da raça para além da qual os assuntos humanos, como os conhecemos, não poderiam continuar (Ulam, 1958).

Estará, então, o futuro da humanidade condenado ao pior argumento dos escritores de ficção científica? Um desses escritores, Vernore Vinge, que também foi professor de matemática e ciências da computação na Universidade de San Diego, popularizou bastante o tema da Singularidade. Num dos seus artigos, Vinge defende que estão reunidas as condições tecnológicas para a criação de uma inteligência sobre-humana e que logo após este acontecimento, a era humana acabará. O autor chega a traçar alguns cenários possíveis que poderão ocorrer: computadores superinteligentes e autoconsciente; grandes redes de computadores interligados e comandados por uma entidade superinteligente; interfaces homem/computador em que a inteligência humana poderia fundir-se com a informática para aumentar a sua inteligência, levando à inteligência sobre-humana; a ciência biológica poderá evoluir de forma a melhorar a inteligência humana (Vinge, 1993).

Por outro lado, o inventor e futurista Ray Kurzweil, num livro intitulado “*The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*” (2005), defende que a Singularidade vai permitir que os humanos transcendam as limitações dos seus corpos e cérebros biológicos. Este autor chega mesmo a prever que a Singularidade ocorrerá no ano de 2045.

Nesta mesma linha, um grupo internacional de cientistas publicou um artigo, onde são analisadas formas de conter uma superinteligência, tendo chegado à conclusão que isso seria impossível. Os autores referem que “ensinar” ética à IA não é garantia que mais tarde se consiga controlar e até chegam mesmo a alertar para que a contenção da IA pode mesmo fazer-nos esquecer todos os seus benefícios e impedir grandes avanços da humanidade (Alfonseca, et al., 2021).

Quer ocorra ou não, a ascensão da IA e a Singularidade é indubitavelmente uma possibilidade, pelo que a Humanidade deverá refletir exaustivamente sobre este assunto. A sociedade e os comportamentos humanos devem ser regidos pela ética, tendo em vista o bem comum. Devido à importância deste tema, iremos de seguida analisar os desafios éticos que se relacionam com a IA.

2.5. Desafios éticos da IA

Ao abordar estes temas são muitas as questões éticas que se levantam. Algumas organizações internacionais têm elencado algumas diretrizes para reger a investigação,

desenvolvimento e implementação da IA, atendendo ao respeito pelos direitos humanos e valores democráticos.

Em junho de 2019, o G20 reuniu para definir os “Princípios da OCDE para a IA” (OCDE, 2019). Neste documento há um comprometimento para uma IA que beneficie a Humanidade e o planeta e o desenvolvimento sustentável; que respeite a vida humana, a inclusão, a diversidade e as leis; uma IA responsável e segura, permitindo a intervenção humana sempre que necessário; deve ser administrada e avaliada com frequência para se detetarem potenciais riscos; as pessoas ou organizações a desenvolver e operacionalizar a IA devem ser confiáveis. Ainda em 2019, na Conferência Internacional sobre IA e Educação da UNESCO, em Pequim, representantes de vários países assinaram um consenso que, para além dos pontos assinalados pela OCDE, também emitiram recomendações a terem conta nas práticas, nos desafios e na legislação na IA na educação. De entre essas sugestões salienta-se a criação da plataforma “IA para a educação” com vários recursos educativos abertos, cursos e exemplos de boas práticas (atualmente já existe esta <https://en.unesco.org/artificial-intelligence/education>), e a necessidade de se apoiar a integração das competências em IA nos referenciais de competências das TIC para professores bem como o apoio da formação de pessoal docente nesta área (UNESCO, 2019).

Em fevereiro de 2020 foi lançado o “*OECD AI Policy Observatory*” (<https://oecd.ai/>) que providencia dados para uma análise multidisciplinar, através da definição e partilha de políticas responsáveis, confiáveis e benéficas da IA.

Em 18 de Janeiro de 2022, a UNESCO e a Fundação Inovação para Políticas (i4Policy) validaram dez temáticas de IA inclusivas, que serão consideradas na conceção, implementação, monitorização e avaliação de políticas de vários países, que são (UNESCO, 2022):

- Aumentar a sensibilização e desmistificar a IA;
- Definir IA e ser claro quanto à terminologia;
- Usar um grupo de peritos para determinar a *IA landscape*;
- Fornecer clareza sobre o processo político participativo de IA;
- Cocriar e consultar a política de AI;
- Assegurar que a participação é seguida de influência nos resultados;
- Tornar a política de IA ágil e flexível;
- Proteger os Direitos Humanos, abraçar as Diretrizes Éticas e de Proteção de Dados;
- Combinar a Estratégia AI com um Plano de Ação;
- Monitorizar e avaliar ao longo de todo o ciclo político.

Como temos vindo a verificar, a IA tem muitas potencialidades e, acautelando-se as questões éticas, também poderá ter um potencial transformador na escola e nos sistemas educativos.

2.6. As potencialidades da IA na Educação

A UNESCO publicou o documento “*AI and Education - Guidance for policymakers*” (2021), no qual reconhece todo o potencial da IA na Educação (IAED), servindo de guia para que os decisores políticos aproveitem as vantagens e reconheçam os riscos, numa tentativa de que a IA ajude a atingir o ODS4 (Objetivo do Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas, número 4), da Agenda 2030, ou seja, Educação de Qualidade “para garantir acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos”. Nesse documento, as aplicações da IA estão organizadas de quatro partes, que são as seguintes:

- IA na gestão da educação
 - *Chatbots* educacionais;
 - Aplicações para automatizar aspetos administrativos.
- IA na aprendizagem e avaliação
 - Sistemas de tutoria inteligente (STI);
 - Sistemas de tutoria baseados em diálogo;
 - Ambientes de aprendizagem exploratórios;
 - Avaliação de escrita automatizada;
 - Leitura e aprendizagem de línguas apoiada pela IA;
 - Robots inteligentes;
 - Agentes ensináveis;
 - Realidade aumentada e virtual educacional;
 - Orquestradores de redes de aprendizagem;
 - Aprendizagem colaborativa com IA.
- IA na aprendizagem ao longo da vida
 - Tutores de aprendizagem com IA;
 - Avaliação contínua com base em IA;
 - Registo de aprendizagem ao longo da vida com base na IA.
- IA para empoderar professores e o processo de ensino

- Monitorização de fóruns de discussão orientados pela IA;
- Modelo AI-humano professor duplo;
- Assistentes de ensino com IA.

Numa entrevista ao jornal espanhol *El País*, Wayne Holmes (2021) defende a ideia de que se deve utilizar a IA para inventar ferramentas que ajudem os professores a desenvolver o seu trabalho e não insistir nos STI. Ele argumenta que isso é mera transmissão de conhecimentos, sendo que o implante de chip no cérebro fará o mesmo efeito e o trabalho dos professores vai muito além disso. Na escola, através da socialização desenvolve-se o raciocínio crítico, a criatividade e, entre outras competências a avaliação dos conhecimentos. Para este especialista em IA, a escola deve ensinar as crianças a compreender o que é a IA e a sua utilidade nas nossas vidas. Deve-se explicar que, apesar de parecer que a IA faz as coisas por si própria, na verdade, não faz e que há sempre um programador por trás, ou seja, as suas decisões têm impacto nas nossas vidas.

Nesta mesma linha de pensamento, a UNESCO (2021) ressalva que o foco deve ser aumentar as capacidades dos professores e não os substituir, pois isso poderia causar muitos problemas a longo-prazo. É ainda defendido que as tecnologias com IA podem ser utilizadas, ou mais desenvolvidas, “para ajudar a melhorar a educação - especialmente para as pessoas mais velhas, refugiados, comunidades marginalizadas ou isoladas, e pessoas com necessidades educativas especiais”, para assim se conseguir atingir o ODS4. A IAED deve estar acessível a todos, independentemente do sexo, deficiência, estatuto social ou económico, origem étnica ou cultural, ou localização geográfica. Num relatório recente do Conselho da Europa, Holmes *et al.* (2022), reconhecem que as crianças com deficiência são “desproporcionadamente desfavorecidas quando se utilizam tecnologias digitais”, no entanto, fazem referência a alguns estudos que comprovam que a IA é cada vez mais utilizada para as apoiar, como por exemplo, no diagnóstico da Dislexia, da Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção ou de perturbações do espectro do autismo e para apoiar a inclusão de crianças com neuro diversidade. Nestes casos são utilizadas tecnologias de apoio, tais como “texto para fala”, “fala para texto”, texto preditivo, corretores ortográficos e motores de busca.

Perante todas as opções disponíveis e os avanços a que temos assistido, temos de colocar sempre os Direitos Humanos em primeiro lugar, acautelando os valores éticos e a IA ao serviço da Humanidade.

O potencial da IAED afigura-se prometedora e necessária. Por um lado, porque podem ser aproveitadas as potencialidades da IA para promover a aprendizagem e por outro, porque

é necessário desenvolver, nos alunos, competências de IA, visando prepará-los para um futuro, social e laboral, ainda mais tecnológico. No próximo capítulo será abordado o tema da IAED, através da análise das diretrizes atuais nesta área, de uma breve revisão curricular e da recolha de recursos educativos sobre esta temática, que poderão interessar a professores e alunos.

3. A IA em contexto educativo

Com base na literatura, verificamos que a IA tem muitas potencialidades educativas. Surgem, então, questões relacionadas com o modo como esta temática deve ser abordada na escola e se existem diretrizes oficiais que orientem este processo. Nos próximos pontos de análise, os autores irão debruçar-se sobre a IAED.

3.1. A IA e a Educação

“Our teachers are experts; we should support our teachers to become even more experts”

“What we need to do is build AI tools to help teachers become super teachers”

(Holmes, 2021)

“It is teachers who will be the orchestrators of when, and how, to use these AIED tools”

(Luckin et al 2016)

A IA já faz parte da nossa vida e será uma parte fundamental do nosso futuro. É importante que as crianças comecem desde cedo a tomar consciência da sua existência e aprender sobre esta temática, através de atividades práticas. Atualmente ainda existem poucas orientações de como trabalhar a IAED. No entanto, esta é uma área em constante atualização, existem vários investigadores dedicados ao assunto, como já foi comprovado, pelo que começam a surgir algumas diretrizes que passaremos a abordar.

Holmes *et al.* (2019) propõem uma abordagem da IA na Educação através de 3 vertentes, esquematizadas na figura 6, que são: Aprender com a IA, Aprender sobre a IA e Aprender para a IA.

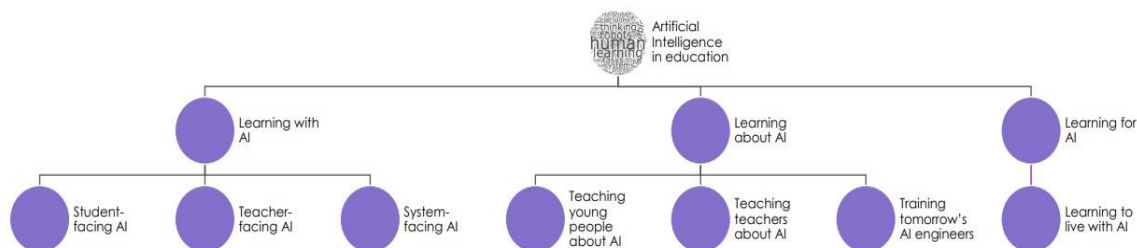


Figura 6 - A IA na Educação, segundo Holmes *et al.* (2019)

- **Aprender com a IA** – quando se trata de ferramentas e plataformas que poderão ajudar professores, alunos e o sistemas no processo de ensino/aprendizagem (ex. Sistemas de Tutoria Inteligentes - STI).
- **Aprender sobre a IA** – para ensinar os alunos e professores sobre o que é e como funciona a IA, assim como criar IA. Nesta vertente deverão também ser abordadas as questões éticas.
- **Aprender para a IA** – para o reconhecer da IA nas nossas vidas.

O projeto NESTA, do Reino Unido, do qual o investigador Wayne Holmes fazia parte, dedica-se à IAED. Num dos relatórios deste projeto Baker *et al* (2019, pp. 11-14) referem que existem três categorias de ferramentas da IAED que até já estão incluídas na figura anterior, no ramo do “Aprender com a IA” e são as seguintes:

- **IA voltada para o aluno** – softwares e plataformas de aprendizagem adaptada às necessidades individuais de cada aluno, capazes de efetuar diagnósticos precisos das suas capacidades, de providenciar feedback imediato e facilitar a colaboração entre pares.
- **IA voltada para o professor** - ferramentas automatizadas para avaliar, detetar plágio, administrar e dar feedback, fornecer relatórios do progresso dos alunos e da turma, ajudando os professores promover a inovação e experimentação.
- **IA voltada para o sistema** - análise de dados de escolas para facilitar a administração escolar, libertando os professores de tarefas burocráticas.

Numa linha de pensamento semelhante, Ouyang e Jiao (2021) apresentam-nos três paradigmas da IAED:

AI-directed – A IA dirige o processo de aprendizagem cognitiva onde os aprendentes são recetores dos seus serviços, como o que acontece nos já falados STI. Neste processo a IA faz um diagnóstico sobre o aluno e traça um determinado percurso escolar, sendo que, os autores alertam para o facto de o aluno estar num papel passivo e as suas aspirações e desejos não serem tidas em atenção.

AI-supported – A IA serve de suporte à aprendizagem, onde os aprendentes atuam como colaboradores. Este paradigma já defende um papel mais ativo do aluno comparativamente com o anterior que interage com a IA para uma personalização da aprendizagem. É aqui que entram os Sistemas de Tutoria Baseados em Diálogos ou os Ambientes Exploratórios de Aprendizagem que usam algoritmos do tipo Árvores de Decisão e o processamento da Linguagem Natural.

AI-empowered – Os aprendentes aparecem como líderes neste processo pois são capacitados pela IA que surge como ferramenta de apoio para aumentar a inteligência humana. Neste paradigma estabelece-se uma sinergia entre o aprendente, os professores, a tecnologia e a informação e os sistemas de IA interpretam os dados promovendo uma aprendizagem centrada no aluno.

A equipa da iniciativa AI4k12, sediada na Universidade de Carnegie Mellon, nos Estados Unidos da América, e da qual faz parte Dave Touretzky um renomado investigador de IAED, enumera cinco grandes ideias que servem de diretrizes para os alunos desde o Pré-escolar até ao 12º ano (K12) que são: a perceção, representação e raciocínio, aprendizagem, interação natural e impacto social. Estes cinco ideias encontram-se ilustradas na figura 7.

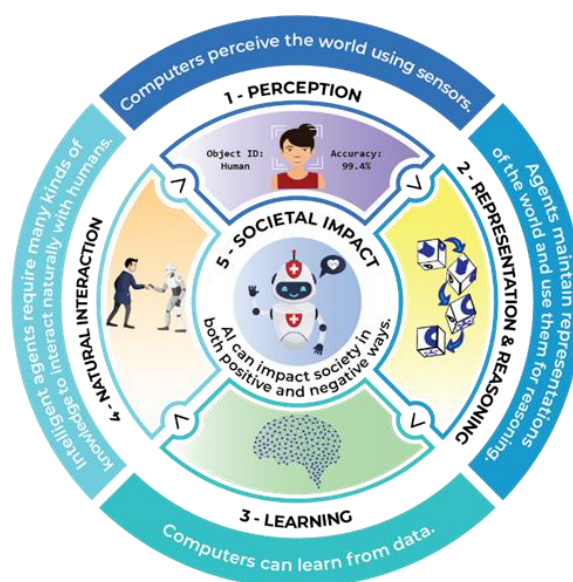


Figura 7 - “Cinco ideias” para abordar a IA do projeto AI4K12

Estes cinco eixos constituem um marco que norteia o referencial de aprendizagem em IA, desenvolvido pela iniciativa AI4K12, articulando e clarificando quais os temas a abordar para se aprender sobre a IA.

No tema 1, **Perceção**, pretende-se que os alunos compreendam que a IA “perceciona” o mundo que a rodeia através de sensores, ou seja, é através deles que “vê” e “ouve”.

No tema 2, **Representação e Raciocínio**, os alunos ficam a saber como é que a IA “pensa” e a perceber que é de modo diferente daquela que os humanos o fazem. Ou seja, a IA faz representações utilizando quantidades enormes de dados e depois os “algoritmos de raciocínio” organizam-nos de modo a formar nova informação.

No tema 3, **Aprendizagem**, fica-se a compreender que os computadores aprendem com enormes quantidades de dados, que são inseridos pelos programadores ou não, e que é através da ML que os algoritmos encontram padrões e novas representações dos dados.

No tema 4, **Interação Natural**, percebe-se que os computadores são capazes de interagir com os seres humanos, manter conversas na linguagem natural e até reconhecer emoções, no entanto, ainda o fazem de forma limitada.

No tema 5, **Impacto Social**, reconhece-se que a IA pode ter um impacto positivo ou negativo na sociedade. A IA faz parte das nossas vidas, mas devemos estar atentos aos perigos que possam surgir. Deve ser regulada e as questões éticas tidas em atenção.

Estas 5 grandes ideias estão bastante disseminadas, tanto que outras propostas de abordagem desta temática, lhe fazem referência.

Importa agora perceber de que forma os documentos oficiais que regem a educação em Portugal contemplam esta temática.

3.2. A IA e o currículo do Ensino Básico em Portugal

Em Portugal, as Aprendizagens Essenciais (AE) baseiam-se nas áreas de competências do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) e “são documentos de orientação curricular base na planificação, realização e avaliação do ensino e da aprendizagem) (DGE, 2022).

No 1.º Ciclo, as TD são trabalhadas de “modo transversal e com carácter eminentemente prático”, seguindo as “Orientações Curriculares para as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)” (DGE, 2018).

Ao longo dos quatro anos, pretende-se que os alunos desenvolvam as seguintes competências digitais:

- Atitudes críticas, refletidas e responsáveis no uso de tecnologias, ambientes e serviços digitais;
- Competências de pesquisa e de análise de informação online;
- Capacidade de comunicar de forma adequada, utilizando meios e recursos digitais;
- Criatividade, através da exploração de ideias e do desenvolvimento do pensamento computacional com vista à produção de artefactos digitais.

Estas competências estão organizadas em quatro domínios: cidadania digital, investigar e pesquisar, comunicar e colaborar e criar e inovar.

No domínio “Criar e inovar”, na linha das orientações relativas à criatividade, faz-se referência à iniciação de aprendizagens relacionadas com o desenvolvimento do PC, através das ações da tabela 2, retiradas do referido documento:

Tabela 2 - Competências relacionadas com PC retirados das AE do 1.º Ciclo

Domínio	Conhecimentos, capacidades, atitudes	Ações estratégicas
Criar e Inovar	<ul style="list-style-type: none"> - Criar algoritmos de complexidade baixa para a resolução de desafios e problemas específicos; - Distinguir as características, funcionalidades e aplicabilidade de diferentes objetos tangíveis (robots, drones, entre outros); - Resolver desafios através da programação de objetos Tangíveis. 	<ul style="list-style-type: none"> - Refletir sobre as diversas áreas da sociedade, onde o digital, a programação e a robótica se encontram presentes; - Problematicar situações do quotidiano, formular e resolver problemas, utilizando o pensamento computacional e a programação; - Desenvolver atividades de orientação, lateralidade e noções espaciais, através da movimentação de objetos virtuais ou tangíveis, em cenários e em interação com o seu contexto de forma criativa e inovadora; - Criar algoritmos e/ou programas que envolvam conceitos matemáticos relacionados com o cálculo, a geometria, as sequências e as regularidades - Construir programas interativos, representando processos ou fenómenos da natureza ligados ao estudo do meio; - Conceber artefactos digitais para apresentação de narrativas: música, vídeo, entre outras; - Criar algoritmos e/ou programas que envolvam a interação com objetos virtuais ou tangíveis para criar jogos simples.

No 2.º e 3.º Ciclos do Ensino Básico, existe a disciplina de TIC.

No 5.º ano, as Orientações Curriculares para as TIC fazem referência à introdução da programação por blocos para a resolução de problemas. No 6.º ano as orientações vão no sentido do ano de escolaridade anterior sendo que surge a indicação para a utilização de robots. No 7.º e 8.º ano, o pensamento computacional continua a ser explorado no âmbito da criação de artefactos digitais criativos com recurso às ferramentas digitais.

No 9.º ano, e pela primeira vez neste documento orientador das TIC, surge a referência à IA, que podemos analisar na tabela 3, tal como consta no referido documento.

Tabela 3 - A IA nas Orientações Curriculares das TIC do 9.º ano

Domínio	Conhecimentos, capacidades, atitudes	Ações estratégicas
Segurança, responsabilidade e respeito em ambientes digitais	<ul style="list-style-type: none"> -Ter consciência do impacto das tecnologias emergentes (por exemplo: realidade virtual, realidade aumentada e inteligência artificial) na sociedade e no dia a dia; 	<ul style="list-style-type: none"> Abordar e discutir as questões éticas das implicações na sociedade das tecnologias emergentes, por exemplo: impacto da robótica, realidade aumentada e inteligência artificial, entre outras.

Criar e Inovar	- Conhecer e explorar os conceitos de “Internet das Coisas” e outras tecnologias emergentes (por exemplo: realidade virtual, realidade aumentada e inteligência artificial). - Explorar os conceitos de programação para dispositivos móveis;	
----------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Atendendo à necessidade de revisão curricular e em particular ao estudo PISA (*Programme for International Student Assessment*) da OCDE, o governo de Portugal, homologou as “Novas Aprendizagens Essenciais de Matemática” através do Despacho n.º 8209/2021, revogando as que estavam em vigor, nesta disciplina, desde 2018.

A implementação destas Novas AE de Matemática (DGE, 2021) será feita de forma gradual, da seguinte forma:

- a) 2022/2023, no que respeita aos 1.º, 3.º, 5.º e 7.º anos de escolaridade;
- b) 2023/2024, no que respeita aos 2.º, 4.º, 6.º e 8.º anos de escolaridade;
- c) 2024/2025, no que respeita ao 9.º ano de escolaridade.

Uma das grandes mudanças curriculares das Novas AE de Matemática é a inclusão do PC nesta disciplina, logo a partir do 1.º ano de escolaridade.

De entre os oito objetivos para esta disciplina plasmados neste novo documento, retiramos aquele que se refere ao PC e que é seguinte:

Desenvolver e mobilizar o pensamento computacional, capacidade que tem vindo a assumir relevância nos currículos de Matemática de diversos países. O pensamento computacional pressupõe o desenvolvimento, de forma integrada, de práticas como a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões, a análise e definição de algoritmos, e o desenvolvimento de hábitos de depuração e otimização dos processos. Estas práticas são imprescindíveis na atividade matemática e dotam os alunos de ferramentas que lhes permitem resolver problemas, em especial relacionados com a programação (DGE, 2021).

No mesmo documento é ainda ressalvada a importância do uso das TD no ensino da Matemática para o desenvolvimento da literacia digital dos alunos:

As ferramentas tecnológicas devem ser consideradas como recursos incontornáveis e potentes para o ensino e a aprendizagem da Matemática. A literacia digital dos alunos deve incluir a realização de cálculos, a construção de gráficos, a realização de simulações, a recolha, organização e análise de dados, a experimentação matemática, a investigação e a modelação, a partilha de ideias. Todos os alunos devem poder aceder livremente a calculadoras, robots, aplicações disponíveis na Internet e software para tratamento estatístico, geometria, funções, modelação, e ambientes de programação visual (DGE, 2021).

O PC passou, assim, a ser um tópico dentro do tema “Capacidades matemáticas”, e nos documentos orientadores por ano de escolaridade são facultados vários exemplos de como trabalhar a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões, a algoritmia e a depuração.

No entanto, no que se refere à IA em particular, não há uma única referência nas Novas AE de Matemática no Ensino Básico. Quer se concorde, ou não, com a inclusão do PC na Matemática ou na aposta de uma visão mais interdisciplinar, consideramos que se perdeu uma oportunidade de ir mais longe e atualizar os currículos, de forma acompanhar a evolução da sociedade, pois a literacia em IA é fundamental para a literacia digital. No estudo “Integração entre Pensamento Computacional e Inteligência Artificial: uma Revisão Sistemática de Literatura” (2021), Caruso e Cavalheiro encontraram estudos que apontam a importância de se abordar conceitos de IA em atividades de PC, como elemento motivador para crianças e jovens, mas também para o desenvolvimento de habilidades como a abstração e pensamento algorítmico.

Pelas razões enunciadas nos capítulos anteriores, pela sua importância de tecnologia emergente, é urgente uma mudança ao nível curricular, para que estas temáticas não comecem a ser abordadas só no 9º ano, mas desde o 1.º CEB e até mesmo na Educação Pré-Escolar. Segundo a literatura, as novas gerações, como a já citada *Geração Alpha*, estão habituadas a contactar com as TD de forma informal. Estamos perante o que a OCDE (2020) chamou de “desfasamento curricular”, entre as reais necessidades do mundo do trabalho e os currículos das escolas, que não se adaptaram ao ritmo evolutivo da sociedade. É esta uma constatação que iremos aprofundar no ponto seguinte.

3.3. IA e o currículo, uma mudança necessária

No relatório da OCDE, “*What Students Learn Matters, Towards a 21st Century Curriculum*” (OCDE, 2020), foi realizada uma análise curricular extensiva a vários países e contou com a colaboração de vários intervenientes, desde políticos, professores, peritos académicos entre outros. Neste relatório é salientado que o mundo está a evoluir a um ritmo “sem precedentes”, tanto a nível económico, social e ambiental, mas os sistemas educativos “são relativamente lentos a adaptar-se”. Existe, portanto, um desfasamento temporal na reformulação curricular de um modo geral. Este “atraso no currículo ocorre quando o conteúdo curricular que as crianças estão hoje a aprender na escola fica aquém do que se espera que elas saibam e façam com esse conhecimento, e como se envolverão no mundo, quando crescerem”. É deixado o alerta de que quando as exigências e o desenvolvimento tecnológico superam as competências dos trabalhadores, pode conduzir a uma lacuna na produtividade e na prosperidade.

Neste estudo, Portugal é referido como um dos países que já inclui as competências digitais no currículo das escolas, sendo as TIC uma disciplina separada (não se referindo ao 1.º Ciclo, certamente) e também é indicado o projeto-piloto de utilização dos manuais digitais. Também neste relatório é sublinhada a importância da IA, da análise de dados e da Internet das Coisas na escola que poderão prevenir o abandono escolar, melhorar o processo de ensino-aprendizagem e a avaliação “medindo não só os conhecimentos dos estudantes, mas também a forma como pensam”. Neste âmbito é apresentado o exemplo da Índia que reviu o seu currículo das TIC e incluiu conteúdos de IA desde o 6.º até ao 12.º ano, de forma interdisciplinar. Os professores estão a fazer formação para articular temas relevantes do currículo com conceitos de IA. Para além da Índia, já existem mais países a rever os seus currículos e a incluir conteúdos de IA, alguns dos quais estão apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Alguns países com políticas educativas de IA oficiais (pesquisa dos autores)

Bangladesh	https://a2i.gov.bd/
China	https://www.roboticsbusinessreview.com/rbr/nao_pepper_robots_teaching_in_singapore/ https://www.skillsfuture.gov.sg/
Espanha	https://intef.es/Noticias/estudiantes-de-10-a-16-anos-aprenden-inteligencia-artificial-en-red-una-investigacion-desarrollada-en-espana-durante-el-confinamiento/
Emirados Árabes Unidos	https://ai.gov.ae/
EUA	https://www.carnegielearning.com/blog/montour-school-district-ai-program/ https://www.media.mit.edu/projects/primary-ai-ed/overview/
Finlândia	https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160391/TEMrap_47_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y https://tem.fi/en/publication?pubid=URN:ISBN:978-952-327-313-9 https://www.politico.eu/article/finland-one-percent-ai-artificial-intelligence-courses-learning-training/
Índia	http://cbseacademic.nic.in/web_material/Curriculum20/AI_Integration_Manual.pdf
Japão	https://www8.cao.go.jp/cstp/english/society5_0/index.html

No relatório da UNESCO (2022), “Currículos de IA para a educação básica: um mapeamento de currículos de IA aprovados pelos governos” chegou-se à seguinte conclusão:

Dada a importância das competências em IA, a trajetória do campo da IA e sua integração com outros domínios, talvez seja surpreendente que tão poucos países tenham procurado, de maneira formal, integrar a formação de IA na educação básica. Os governos que investiram nessa área o fizeram por reconhecer que as habilidades de IA são essenciais para a economia atual e futura de seus países, bem como para a plena participação dos cidadãos na vida em sociedade. A compreensão sobre o que é IA, como ela funciona e o que ela pode fazer capacita os estudantes por meio da habilidade de entender melhor o mundo em que vivem, defender seus próprios direitos e os de outras pessoas, além de aproveitar a tecnologia e os dados para o bem comum (UNESCO, 2022, p. 55).

Como também foi referido pela OCDE, é urgente a atualização dos currículos, deve acabar-se com este desfasamento temporal entre os currículos e as necessidades de uma sociedade em constante avanço tecnológico.

Perante tudo isto, urge a necessidade de se implementar uma literacia em IA, noção esta que já foi definida por dois investigadores do *Georgia Institute of Technology*, como sendo “um conjunto de competências que permite aos indivíduos avaliar criticamente as tecnologias de IA, comunicar e colaborar efetivamente com a IA e usá-la como uma ferramenta *online*, em casa e no local de trabalho” (Long & Magerko, 2020, p. 2). Estes mesmos autores elaboraram um referencial para o desenvolvimento da literacia em IA através de 16 competências, que são as seguintes: reconhecimento da IA, compreensão da inteligência, interdisciplinaridade, “IA forte” versus “IA fraca”, pontos fortes e pontos fracos da IA, imaginar o futuro da IA, representações, tomadas de decisão, etapas da ML o papel humano na IA, literacia de dados, aprender com dados, interpretação crítica de dados, ação e reação, sensores e ética. Por ser um tema emergente, os criadores deste referencial ressaltam a necessidade de existir um debate alargado em torno deste tema, esperando que este sirva de guião e inspiração para o desenvolvimento da literacia em IA.

O desenvolvimento desta nova literacia implica necessariamente uma necessidade de formação dos professores para tal fim. Os professores não podem capacitar os alunos se eles próprios não dominarem a literacia para a IA. A emergência desta necessidade leva-nos a refletir sobre esta temática.

3.4. A necessidade de formação docente em IA

Tal como já foi mencionado anteriormente pela OCDE, há um desfasamento temporal entre os currículos em vigor, em vários países, e a real necessidade de desenvolvimento de competências básicas e preponderantes para o futuro dos nossos alunos. Urge, então essa mudança curricular, assim como um investimento na formação dos professores por parte das entidades oficiais, de uma forma abrangente.

Um estudo de Santos *et al.* (2021), envolvendo professores do Brasil, Portugal, Cabo Verde e Angola, procurou compreender o papel do professor do 1.º Ciclo, no desenvolvimento do pensamento computacional na era da IA. Neste estudo, os professores demonstraram necessidade de formação pedagógica para abordar estas temáticas. Os autores chegaram à conclusão que a IA pode ser integrada na educação básica, mas que, para que isso aconteça, é necessário que, “os atores principais de todo este processo, os professores, sejam preparados para esta missão”.

Numa revisão sistemática de literatura, Celik *et al.* (2022) verificaram que o primeiro estudo com referência ao uso da IA pelos professores, data de 2004 e que, desde então, tem-se verificado um aumento no número, mas que são necessários muitos mais estudos empíricos, devido à relevância do tema. Estes autores chegam ainda a referir que a sua síntese de estudos relevantes demonstrou pouco interesse em investigar o uso da IA na formação inicial de professores, no entanto, “o desenvolvimento da consciência e das competências dos professores em pré-serviço pode facilitar uma melhor adoção do ensino baseado na IA nas futuras salas de aula” (Celik *et al.*, 2022, p. 626). Através da revisão de estudos empíricos, os autores encontraram várias vantagens para o uso da IA por parte dos professores, na planificação, implementação e avaliação da prática pedagógica.

Numa outra pesquisa sobre o estado da arte relativamente às TIC na formação inicial de professores em Portugal, Pedro e Vieira (2022) verificaram “em maior proporção os aspetos de retrocesso e estagnação” e alertam ainda para o seguinte:

Em face da situação pandémica recentemente vivida, mostrou-se gritante a necessidade de os diferentes países terem estabelecido, nas escolas, um corpo docente capaz de utilizar proficientemente as TIC em suas práticas letivas e de dar suporte a seus alunos no uso delas para atividades de aprendizagem. Internacionalmente, elevou-se, como prioridade, assegurar formação continuada de professores na área, contudo persistimos em ver adotadas medidas compensatórias ou de carácter minimizador, na medida em que a perspetiva de uma efetiva formação inicial de professores no domínio da utilização pedagógica das TIC levaria a que tais problemas se revelassem diminutos, facilmente contornáveis e solucionáveis (Pedro & Vieira, 2022, pp. 366-367).

Considera-se mesmo fundamental uma mudança na formação inicial dos professores pois, tal como os autores referidos defendem, essa é a melhor altura para se investir na utilização pedagógica das TD, nas salas de aula do futuro.

Em Portugal, ao nível da formação contínua, já vai existindo informação e formação para professores em IAED que tem sido ministrada em centros de formação ou em eventos, por professores que se dedicam a este tema. De salientar o curso de formação online “A Inteligência Artificial Vai Transformar a Escola?”, em formato MOOC (*Massive Open Online Course*), promovido pela Direção-Geral da Educação (DGE), em 2020, através da plataforma NAU.

Sem realizarmos uma pesquisa muito exaustiva, podemos referir alguma formação que vai ocorrendo no nosso país, como por exemplo, a formação “Expressão Plástica e a IA”, que decorreu no dia 22 de janeiro de 2022, ou a “Inteligência Artificial e Criatividade”, que irá decorrer no dia 21 de janeiro de 2023, ambas ministrada por Artur Coelho, através do Centro de Formação da Associação de Escolas Rómulo de Carvalho, em Maфра. Em 2021, no evento TIC@Portugal21, o professor Paulo Torcato, da Escola Secundária da Portela, dinamizou um

workshop intitulado “Uso de linguagens de programação visuais com recurso a IA em atividades interdisciplinares”, onde foi usada a ferramenta *PictoBlox*. Destaca-se ainda o professor Marco Neves, que tem participado em vários eventos sobre esta temática, tendo inclusivamente uma *TEDx Talk* sobre a IA na Educação (2021), contribuiu para eventos como a *Codeweek* (Neves, Tugyan, & Lascaris, 2021), e é autor de várias publicações, algumas em coautoria com Wayne Holmes, perito já referido anteriormente.

Apesar da pouca oferta de formação nesta área, também somos levados a acreditar que as mudanças curriculares que contemplassem a IA de forma mais assertiva, implicariam também uma maior procura e interesse nesta temática, promovendo a literacia em IA.

A literatura vem demonstrando um interesse crescente sobre a IAED, no entanto, também comprova a existência de poucos estudos empíricos na área, atestando a sua necessidade e vantagens do seu uso. De seguida, vamos analisar algumas atividades com o uso da IA, fornecidas pela literatura, para o desenvolvimento da literacia em IA.

3.5. Atividades de IA no Ensino Básico fornecidas pela literatura

Ao longo desta investigação, deparámo-nos com um tema bastante atual e emergente, mas com poucos estudos de aplicação de atividades práticas de IAED, nomeadamente no 1.º CEB. Foram recolhidas informações para a compreensão do que é a IA e de como esta temática deve ser introduzida às crianças. Foi sendo constatado que a IAED não pode efetivamente centrar-se na tecnologia e na automatização ou então, estaremos a caminhar para os cenários desumanizados já analisados. Tal como Holmes alertava num artigo já referido previamente, a escola é socialização e isto nunca deverá ser retirado desta equação. Nesta mesma linha de pensamento, outros autores também assinalam a importância da pedagogia e a relevância dos aspetos humanos, como as emoções e a afetividade neste processo de digitalização da educação (Castañeda & Selwyn, 2018).

Alguns investigadores já se vão dedicando ao estudo da IA na Educação (Zhang & Aslan, 2021) e têm vindo a apontar algumas direções e aplicações. No entanto, deparam-se com a falta de exemplos práticos diversificados e de mais estudos da implementação da IA ao nível do Ensino Básico. Chen *et al.* (2020) atestam que existe um grande desfasamento entre a teoria e a aplicação prática da IAED. Outros autores referem ainda que há uma grande diferença entre todas as expectativas, perante o potencial da IA e a realidade (Bates et al, 2020).

Mais recentemente, começaram a surgir alguns relatos de aplicações práticas de IA no Ensino Básico. Druga (2018) fez uma investigação, com crianças de 4 países, com idades dos 7 aos 14 anos, analisando a relação das crianças com as Assistentes Virtuais e de como a programação na plataforma *Cognimates* facilitou a aquisição de conhecimentos de IA. No artigo “*Classroom Activities for Teaching Artificial Intelligence to Primary School*”, que foi desenvolvido com alunos do 6.º ano (Austrália), os investigadores Ho e Scadding (2019), procuraram investigar se seria possível introduzir conceitos de IA no Ensino Básico, tendo delineado duas atividades, uma, *desconetada* sobre o reconhecimento facial e outra, com recurso à robótica para introduzir o conceito de ML. Na primeira atividade foram usadas fotos de princesas Disney em que os alunos tiveram de extrair as características de cada princesa para as conseguir distinguir, adquirindo assim noções de base de dados, *Big Data* e treino dos dados. Na segunda atividade, foi usado o Kit Lego *Mindstorms EV3* para contruir robots que foram treinados pelos alunos, compreendendo que um dos conceitos base da ML é a tentativa e erro. Desta forma, os investigadores chegaram à conclusão que esses conceitos foram bem adquiridos pelos alunos.

Shamir e Levin (2021), dois investigadores da Universidade de Tel Aviv , em Israel, partindo da constatação que a IA tem revolucionado o quotidiano das pessoas, levaram a cabo uma investigação onde é atestada a necessidade da educação em computação evoluir do ensino do PC tradicional, que têm por base a decomposição, reconhecimento de padrões, abstração e criação de algoritmos, para o PC da ML, onde são analisadas, classificadas e categorizadas quantidades enormes de dados e são feitas previsões. Neste estudo aplicado a alunos da educação básica, com 12 anos de idade, foi desenvolvido um curso de ML com 4 módulos. No módulo 1, foi realizada uma introdução ao tema, onde os alunos se aperceberam da diferença entre o PC tradicional e a ML. Entre outros recursos foi usada a plataforma *code.org* e um *chatbot*. No módulo 2 os alunos praticaram os conceitos de ML na plataforma “*AI for Oceans*” da *code.org*. No módulo 3, foram criados projetos de ML pelos alunos utilizando a plataforma *Machine Learning for Kids* e, no último módulo foram criadas redes neuronais artificiais baseadas na ferramenta *Single-Neuron toolkit*. Neste curso desenvolveu-se também a proficiência em filtrar dados, numa atividade que envolveu imagens de zebras e passadeiras, para uma melhor compreensão de como funciona a ML.

De mencionar ainda, o artigo “*Why and What to Teach: AI Curriculum for Elementary School*” (Kim et al, 2021), que se baseou nas “5 grandes ideias” da equipa AI4k12, realizando um estudo e apresentando uma proposta de Currículo de IA para o 1.º CEB (K5). Para que se desenvolva a literacia em IA, defende-se que seja implementado através de 3 competências em IA: conhecimentos, capacidades e atitudes, tal como ilustraram na tabela 5, da página seguinte.

Tabela 5 - Competências de IA organizadas em categorias e subcategorias (Kim et al, 2021)

AI Competencies	Competency Subcategories
AI Knowledge	<ul style="list-style-type: none"> • K1: Definition and Types of AI • K2: Problem-Solving and Search • K3: Reasoning • K4: Data and Machine Learning • K5: Applications
AI Skill	<ul style="list-style-type: none"> • S1: Using AI Tools • S2: Computational Thinking and Programming
AI Attitude	<ul style="list-style-type: none"> • A1: Social Impact • A2: Collaborate with AI

Os autores dividiram também o currículo em 8 módulos: introdução à IA; abordagens tradicionais à IA, pesquisa e raciocínio; detecção facial; reconhecimento da fala; tradução de máquina, classificação de imagens; classificação de texto; carros autônomos.

Como estratégias de ensino, os autores propõem a implementação de atividades baseadas em projetos e na resolução de problemas; que se desenvolva a capacidade de utilizar ferramentas de IA do dia a dia dos alunos com atividades *desconectadas* e não a mera exposição de conceitos; que se desenvolva a motivação e atenção dos alunos mediante a variação dos níveis de importância dos conteúdos; que se faça uma seleção apropriada de plataformas e ferramentas de ML. Findo o estudo, os autores chegaram à conclusão que o currículo elaborado e implementado desenvolveu a literacia em IA dos alunos.

Em janeiro de 2022, foi publicado um estudo exploratório sobre o treino do PC usando o *PictoBlox*, no 1.º CEB. Neste estudo, de 3 investigadores portugueses (Bento et al, 2022), pretendia-se promover a resolução de problemas com recurso à IA e ao *PictoBlox*. No estudo participaram 20 alunos de uma escola privada no norte de Portugal. Nos resultados, foi sugerido que os estudantes estão recetivos à exploração da IA com o *PictoBlox* e a envolver-se na resolução de problemas usando conceitos e ideias da ciência da computação.

A literatura fornece-nos algumas linhas orientadoras relativamente à criação de um currículo de IA para o 1.º CEB, no entanto, ainda são poucas as evidências em estudos de implementação prática. Verificamos a proposta de alguns investigadores relativamente a atividades, metodologias e algumas plataformas de IA, que poderão ser utilizadas em contexto educativo. Para se desenvolver uma literacia em IA, acreditamos que seja necessária mais diversidade de recursos, bem como, a abordagem deste tema sob várias vertentes. No próximo ponto, serão apresentados alguns recursos educativos, destinados a professores e alunos.

3.6. Recursos educativos para aprender com e sobre a IA

Através da pesquisa efetuada pelos autores deste estudo, foi possível verificar a existência de vários recursos educativos digitais que promovem o desenvolvimento da literacia em IA, tanto dos professores como dos alunos, muitos deles de acesso gratuito. Algumas plataformas permitem a autoaprendizagem, como é o caso dos cursos online e, outras aplicações adequam-se mais a uma exploração em atividades de sala de aula. Na tabela 6 são apresentadas algumas ferramentas educativas para aprendizagem com recurso a IA, com um breve resumo da sua caracterização, utilidade e pertinência para o Ensino Básico.

Tabela 6 - Recursos de IA para professores e alunos

Nome	Link	Caracterização
AI for teachers	https://aiforteachers.org/about-us	- Integração do conhecimento de IA ao longo da escolaridade; Desenvolvimento profissional gratuito, webinars, apresentações de conferências...
AIk12-MIT	https://aieducation.mit.edu/	- Projeto de investigação do MIT, centrado na divulgação de sites externos, projetos, currículos e Apps direcionadas para a aprendizagem sobre inteligência artificial
AI4K12	http://ai4k12.org/	- Disponibiliza um diretório de recursos on-line onde os professores podem encontrar vídeos relacionados com IA, software de demonstração e descrições de atividades incorporáveis em planos de aula.
Akinator	https://pt.akinator.com	- Jogo que tem por base o algoritmo “Árvores da decisão” (karqur et al, 2014). É um génio virtual que é capaz de “ler a nossa mente” e “adivinhar” a personagem real ou fictícia em que estamos a pensar.
Ready AI	https://www.readyai.org/	- Plataforma que disponibiliza alguns cursos online grátis, para crianças, para aquisição de conceitos básicos sobre IA.
ElementsAI	https://www.elementsofai.pt/	- Plataforma que disponibiliza um curso online grátis, para aquisição de conceitos básicos sobre IA.
Code.org	https://studio.code.org/s/aiml-2021 https://code.org/oceans	- Plataforma que disponibiliza um curso online grátis e jogos, para crianças, para aquisição de conceitos básicos sobre IA.
Google Teachable Machine	https://teachablemachine.withgoogle.com/	- Plataforma disponibilizada pela Google que permite criar facilmente modelos de ML.
Machine Learning for Kids	https://machinelearningforkids.co.uk/	- Experiências práticas para treinar sistemas de Machine Learning, permite ensinar programação às crianças com ligação às plataformas <i>Scratch</i> e <i>App Inventor</i> , bem como criação de jogos, com modelos de <i>Machine Learning</i> .

Otto Academy	https://ottoschool.com/en/	- Introdução aos princípios fundamentais do pensamento computacional, robótica e IA, através da realização de alguns cursos ou com a construção e programação do seu próprio robot, o <i>Otto Scratch AI</i> .
mBlock	https://mblock.makeblock.com/en-us/ https://www.mblock.cc/en-us/blog/mblock/update-ai-axis/	- Ferramenta de programação, desenhada para o ensino / aprendizagem nas áreas STEAM com uma extensão recente de IA.
Scratch	https://scratch.mit.edu/	- Plataforma desenvolvida pelo <i>MIT Media Lab</i> , disponibilizada gratuitamente, que permite programação de jogos, histórias e animações interativas, com recurso a linguagem de programação por blocos e com uma extensão de IA.
Cognimates	http://cognimates.me/home/	- Uma plataforma de educação de IA para a construção de jogos, programação de robots e treino de modelos de ML.
AIWS	https://aiworldschool.com/S4AIWS_freeplay/	- Plataforma de programação visual Scratch, que disponibiliza conteúdos de IA.
Petallica paint	https://petallica-paint.pixiv.dev/index_en.html	- Plataforma com AI para colorir desenhos elaborados pelas crianças ou adultos (à mão ou de forma digital).
PictoBlox	https://thetempedia.com/product/PictoBlox/	- Plataforma educativa de programação e aprendizagem de AI, com recurso à programação por blocos. É um spin-off do Scratch, que permite adicionar recursos de AR / VR, de forma fácil e intuitiva.
AutoDraw	https://www.autodraw.com/	- Plataforma de desenho online com ML que identifica aquilo que se está a tentar desenhar.
Emoji Scavenger Hunt	https://emojiscavengerhunt.withgoogle.com/	- Uma <i>A.I. Experiment</i> da Google, em que uma rede neural tenta adivinhar se os objetos reais correspondem ao emoji mostrado pela aplicação.
QuickDraw	https://quickdraw.withgoogle.com	- Uma Rede Neural que identifica os nossos desenhos e que ajuda a entender o conceito de ML.
Duolingo	https://www.duolingo.com/	- Aplicação de aprendizagem personalizada de línguas com recurso à IA.
Dream AI	https://www.wombo.art/	- Aplicação online que cria obras de arte em segundos com recurso a IA.
Seeing AI	https://www.microsoft.com/en-us/ai/seeing-ai	- Uma aplicação inteligente disponibilizada pela Microsoft, que fornece informação sobre o que está à volta da pessoa destinada a cegos.

Da análise da tabela 6, verificamos que já existe disponível alguma variedade de recursos educativos para professores e alunos e que permitem uma abordagem interdisciplinar desta temática.

Neste projeto de investigação iremos utilizar algumas das ferramentas apresentadas nesta tabela e investir, mais especificamente, nas potencialidades da IA em contexto educativo, através da programação com o *PictoBlox*.

3.7. O PictoBlox

PictoBlox é um software de programação gráfica baseado na última versão do Scratch (Scratch 3.0) desenvolvido pela empresa indiana STEAMPedia, tal como se verifica na figura 8.

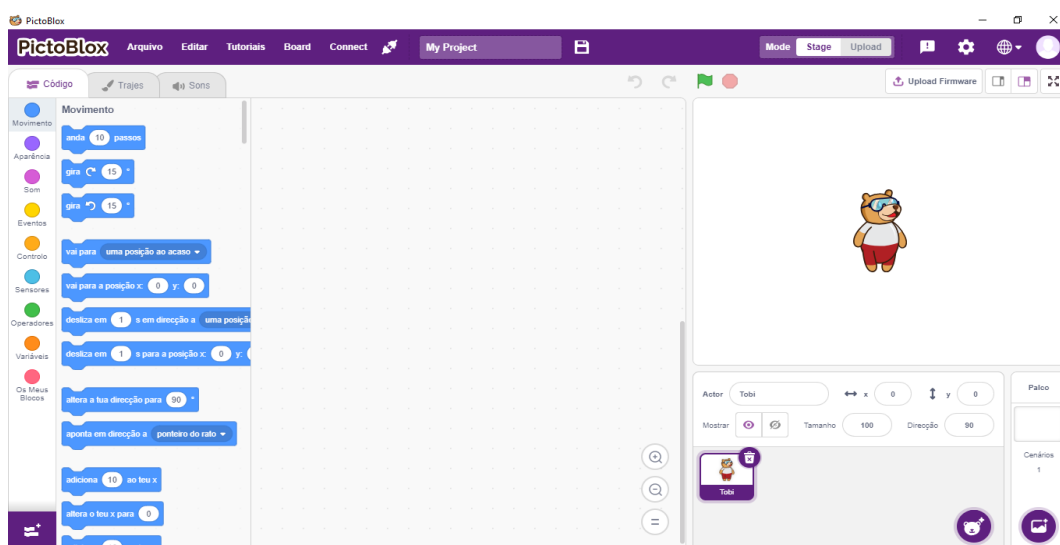


Figura 8 - Ambiente de programação do PictoBlox

Como características adicionais ao Scratch, no website refere-se que tem várias extensões relacionadas com hardware, robótica, IA e ML. Pode controlar sensores genéricos, atuadores e microcontroladores como *Microbit*, *Arduíno Uno*, *Mega*, *esp32* e muitos mais em tempo real através de ligação via Bluetooth. Tem também um modo de carregamento onde pode carregar o seu código dentro do hardware. Também pode capturar/gravar a saída do palco no interior do *PictoBlox*.

Esta ferramenta possui uma interface de fácil utilização e funcionalidades de arrastar e largar, permitindo a programação por blocos. Pode-se aprender a programar, fazer animações e jogos interativos, projetos interessantes baseados na Internet das Coisas, programar ações para robots e programar IA.

O software *PictoBlox* (V5.1.0) está disponível para utilizadores de *Windows*, *Mac* & *Linux*. A *PictoBlox App* também está disponível no *Google Play Store* para utilizadores de Android.

Pode-se conhecer o *PictoBlox* através de exemplos/tutoriais disponíveis dentro do software e muitos tutoriais e projetos gratuitos de *PictoBlox* com instruções passo a passo estão disponíveis no website da STEMPedia. Também são disponibilizados cursos online para professores. Quanto à proteção de dados de imagem quando utilizadas as ferramentas IA de visão por computador/reconhecimento facial e outras, pode ler-se no website da ferramenta que o *PictoBlox* não armazena quaisquer fotografias/vídeos de crianças/utilizadores. Todos os dados gerados ou alimentação de câmara/vídeo utilizados em *PictoBlox* são utilizados localmente ou através dos nossos servidores seguros com um sistema totalmente automatizado sem qualquer intervenção humana. Não é utilizado para qualquer tipo de meios de marketing ou promocionais sem a permissão do utilizador (ou tutores).

3.8. As extensões de IA do PictoBlox

O *PictoBlox* tem vindo a ser atualizado e atualmente, algumas das extensões que se podem adicionar estão representadas na figura 9.

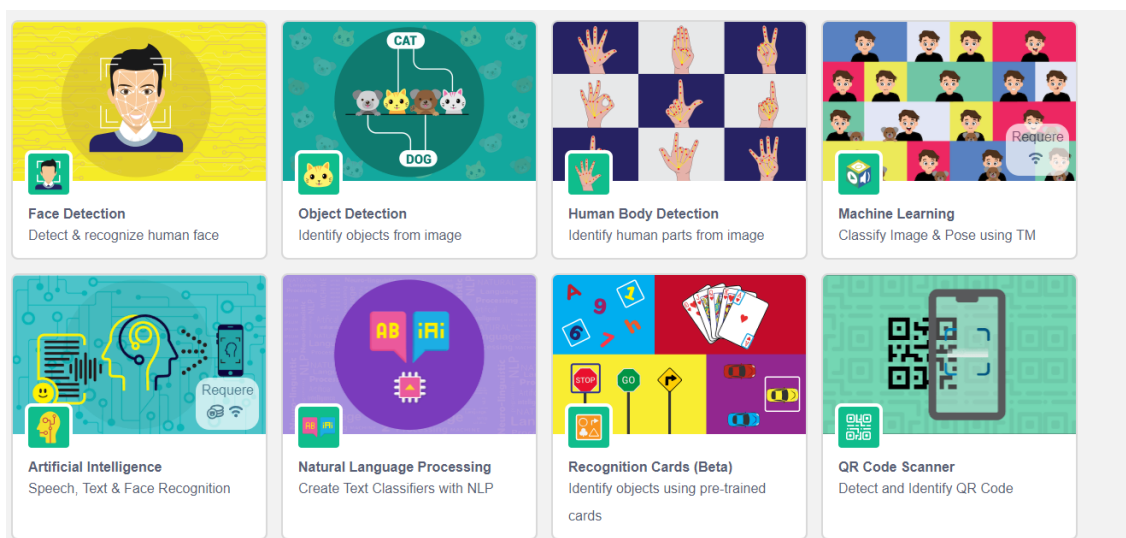


Figura 9 –Extensões de IA no *PictoBlox*

Estas extensões permitem a realização de projetos de reconhecimento facial, visão por computador, reconhecimento de fala, entre outros.

Na página oficial do *PictoBlox*, encontramos alguns tutoriais interessantes, com bastante potencial educativo, que poderão orientar a abordagem da IA na sala de aula como, por exemplo, os seguintes:

- [“Making a Mask Identifier: Machine Learning in PictoBlox”](#)
- [“Making an Expression Recognizer Using Face Detection in PictoBlox”](#)
- [“Detecting Object using Artificial Intelligence of PictoBlox”](#)

Para além destes, na página oficial da STEAMPedia do *YouTube* também se encontram vários tutoriais, em inglês. Esta empresa promove, anualmente, a competição internacional “Codeavour” sobre IA, programação e robótica, destinada a jovens entre os 7 e os 18 anos de idade, com atividades e projetos interativos para desenvolver as competências do século XXI.

Pela investigação efetuada, decidiu-se utilizar esta ferramenta, por ter as extensões de IA com a programação por blocos e, na nossa opinião, a que nesta altura melhor se adequa à prossecução dos objetivos deste estudo.

4. Metodologia

Neste capítulo apresentamos o problema que conduziu a este estudo, os objetivos gerais e específicos, a natureza e descrição do estudo, os instrumentos de recolha da informação e as questões éticas relativas à sua implementação.

4.1. Problema de investigação

Nos capítulos anteriores verificamos a emergência do tema a IA na sociedade atual e na educação. Através da análise das potencialidades da IA em contexto educativo, deparamo-nos com a ausência de diretrizes oficiais para abordagem desta temática ao nível do 1.º CEB. Deste modo, colocou-se o seguinte problema de investigação:

Como introduzir a IA em contextos concretos de aprendizagem do 1.º CEB?

4.2. Objetivos do estudo

Após a análise do problema de investigação e a sua interligação com a fundamentação teórica, apresentamos os objetivos gerais e específicos do estudo que são os seguintes:

- 1- Compreender a necessidade da emergência de uma escola de competências.
 - 1.1 – Inferir a necessidade de transformar a escola tradicional;
 - 1.2 – Identificar resistências à mudança organizacional da escola;
 - 1.3 – Definir competência digital;
 - 1.4 – Caracterizar as tecnologias digitais e a políticas educativas;
 - 1.5 - Inferir a necessidade de criar uma escola de competências;
 - 1.6 – Inferir a necessidade de desenvolver competências digitais para o futuro;
 - 1.7 – Identificar competências de IA nos referenciais de competências digitais.
- 2- Compreender as potencialidades da IA na sociedade atual e futura.
 - 2.1 – Descrever a evolução do conceito de IA;
 - 2.2 – Identificar áreas de conhecimento de aplicação da IA;
 - 2.3 – Inferir a importância da IA na sociedade atual;

- 2.4 – Inferir a importância da IA no futuro;
 - 2.5 – Caracterizar os desafios éticos da IA;
 - 2.6 – Descrever potencialidades da IA na educação.
- 3- Analisar a importância da IA em contexto educativo.
- 3.1 – Relacionar a IA e a educação;
 - 3.2 – Relacionar o currículo da educação básica em Portugal com as competências para a IA;
 - 3.3 – Inferir a necessidade de uma mudança curricular que inclua a IA;
 - 3.4 – Inferir a necessidade de capacitar os professores em competências educativas relacionadas com a IA;
 - 3.5 – Identificar atividades de IA para o ensino básico;
 - 3.6 – Caracterizar recursos digitais para aprender com a IA;
 - 3.7 – Caracterizar recursos digitais para aprender sobre a IA;
 - 3.8 – Descrever vantagens do *PictoBlox* para a o desenvolvimento de competências de IA.
- 4- Caracterizar as preconcepções dos alunos sobre a IA.
- 4.1 – Identificar preconcepções sobre a IA com base na realização de algumas atividades;
 - 4.2 – Classificar as preconcepções dos alunos sobre a IA.
- 5 - Analisar o envolvimento dos alunos e competências desenvolvidas na realização das atividades.
- 5.1 – Participar de forma interessada nas atividades;
 - 5.2 – Planificar o trabalho de grupo, organizando os dados necessários;
 - 5.3 – Colaborar com os colegas na criação conjunta dos produtos digitais;
 - 5.4 – Programar no *PictoBlox* utilizando a informação digital dos tutoriais;
 - 5.5 – Evidenciar criatividade na exploração das atividades baseadas em IA;
 - 5.6 – Evidenciar autonomia na realização das atividades baseadas na IA.
- 6 - Analisar a evolução das concepções dos alunos sobre a IA
- 6.1 – Verificar visualmente a evolução gráfica da representação da IA;
 - 6.2 – Indicar aplicações da IA na sociedade atual e futura;
 - 6.3 – Inferir a importância da IA para a sociedade futura;
 - 6.4 – Aferir as potencialidades da IA para o futuro da humanidade;
 - 6.5 – Inferir questões éticas relevantes do uso da IA.

4.3. Natureza do estudo

Dada a natureza da questão de investigação e aos objetivos estabelecidos para o estudo, a metodologia mais adequada pareceu-nos o estudo de caso. Meirinhos e Osório (2010) referem que o estudo de caso permite estudar o objeto (caso) no seu contexto real, utilizando múltiplas fontes de evidência (qualitativas e quantitativas) e enquadra-se numa lógica de construção de conhecimento, incorporando a subjetividade do investigador. Referem ainda que a posição dos autores que abordam a metodologia dos estudos de caso, lhes conferem, predominantemente, características da investigação qualitativa.

Para Bogdan e Bilken (1994), neste tipo de investigação, “os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico”. Ainda segundo estes autores, os dados são recolhidos em função de um contacto aprofundado com os indivíduos, nos seus contextos naturais, através de uma observação participante. Mónico *et al.* (2017, p. 730) referem que “enquanto método de investigação qualitativa, a observação participante possibilita obter uma perspetiva holística e natural das matérias a serem estudadas” e citam várias vantagens da mesma, da qual se destaca a “espontaneidade dos comportamentos dos participantes”, “o facto de ser possível observar os eventos do mundo real à medida que ocorrem” e “a perceção da realidade do ponto de vista interno ao ambiente em estudo”. No estudo de caso é usada frequentemente a triangulação. Para Flick (2016), a triangulação é uma estratégia de validação em investigação qualitativa, que se traduz pela combinação de múltiplas práticas metodológicas, materiais empíricos, perspetivas e observadores o que acrescenta rigor, amplitude, complexidade, riqueza e profundidade ao estudo. Denzin (1970) existem quatro tipos de triangulação: triangulação de dados, triangulação de métodos, triangulação de teorias e triangulação de investigadores. Neste estudo serão utilizados 3 tipos de triangulação, no que se refere a dados, métodos e teorias.

Desta análise, conclui-se que a metodologia mais adequada nesta investigação será o desenvolvimento de um estudo de caso, que visa aprofundar os conhecimentos relativamente a aplicações práticas da IA em contexto educativo, através da criação de contextos de aprendizagem, adequados ao 1.º CEB.

Os instrumentos de recolha de informação utilizados serão:

- Diário de bordo;
- Entrevistas coletivas aos alunos (uma inicial e outra final);
- Desenhos dos alunos;
- Fontes documentais;

- Grelha de observação;
- Produtos digitais realizados pelos alunos;
- Registos fotográficos.

No diário de bordo serão feitos registos de observação em todas as atividades de implementação desta investigação. O diário de bordo é “um recurso prático e eficaz, em investigação qualitativa” (Bautista, 2017). Segundo Porlán e Martín (1997, p. 23) este instrumento é um “guia de reflexão” que permite o desenvolvimento de “níveis descritivos, analítico explicativos, valorativos do processo de investigação”.

Nas entrevistas coletivas serão recolhidos dados verbais e serão feitas as respetivas transcrições, que são uma forma excelente de familiarização com os dados (Riessman, 1993) e uma “fase chave da análise de dados no âmbito da metodologia qualitativa interpretativa” (Bird, 2005).

Driessnack (2005, p. 421) citava a frase “uma imagem vale mais do que mil palavras” para defender a importância dos desenhos na avaliação das perspetivas das crianças. Por outro lado, Duncan (2013, p. 19) acrescenta que, através dos desenhos “as crianças expressam os seus pontos de vista de forma mais individual e detalhada do que através de uma conversa ou de um texto”, sublinhando a sua importância na investigação qualitativa. Deste modo, neste estudo também serão utilizados os desenhos dos alunos para aferir a evolução da representação de IA.

Como fontes documentais serão utilizadas fichas de trabalho e grelhas de registo do trabalho de grupo, onde serão registadas as perspetivas individuais dos alunos, bem como, a planificação das suas atividades. Foi criada uma grelha de registo de observação que foi validada em atividades prévias, com os alunos desta turma e com professores e alunos de outras turmas. Nesta grelha será feito o registo e interpretação da participação dos alunos nas atividades práticas, avaliando a sua motivação, colaboração, autonomia e competência perante as tarefas propostas. Nos registos fotográficos o foco será a atividade e a identidade dos alunos será protegida.

Para o desenvolvimento das atividades serão utilizados recursos eletrónicos, alguns disponíveis de forma gratuita na Internet e outros serão elaborados pelos investigadores. Para o desenvolvimento de outras atividades pretende-se recorrer ao *PictoBlox* para abordagem da:

- Machine Learning;
- Visão por computador;
- Processamento da Linguagem Natural (texto para fala);
- Reconhecimento da fala;

No ponto de análise seguinte, será elaborada uma descrição mais pormenorizada da turma estudo de caso.

4.4. Caracterização e contexto escolar da turma

O estudo de caso incidiu numa turma do 4.º ano de escolaridade, numa escola com 1.º CEB e Pré-escolar, inserida num agrupamento de escolas do ensino público na zona do Minho.

Trata-se de uma escola inserida numa União de Freguesias urbana, em que nível socioeconómico dos Encarregados de Educação está entre o médio e o alto, cujas profissões se situam nos setores secundários e terciários. A maior parte dos Encarregados de Educação (EE) participa ativamente na vida escolar dos educandos e colabora nas atividades promovidas pela escola. O edifício do 1.º CEB é do tipo P3, com 7 salas de aula, um polivalente e uma biblioteca. Todas as salas de aula têm projetor (5) ou quadro interativo (2). Existe rede *WiFi* na escola que, por vezes, é lenta. Existem também 24 portáteis, para serem utilizados, à vez, por todas as turmas. Existem ainda tablets disponíveis, no entanto, estão obsoletos e a carecer de substituição. Quando os portáteis são usados em sala de aula é necessário recorrer a extensões com 3/4 tomadas para proceder ao carregamento das baterias dos mesmos, ficando os fios espalhados por entre as mesas dos alunos.

A maioria dos alunos da turma andou no mesmo grupo na Educação Pré-escolar e têm a mesma professora titular de turma, desde o 1.º ano de escolaridade. No início do estudo a turma era constituída por 25 alunos, no entanto, um aluno foi transferido para outro país. As idades dos alunos variam entre os 9 e os 11 anos. De um modo geral, são alunos interessados, participam ativamente nas aulas e revelam bom comportamento e aproveitamento. Existem quatro alunos com Medidas Universais de Apoio à Aprendizagem e à Inclusão, beneficiando de Plano de Ação com adaptações no processo de avaliação e apoio educativo.

Desde o 1.º ano que esta turma tem vindo a contactar com as TD. A turma tem participado em projetos *eTwinning*, um dos quais galardoado com Selo Europeu de Qualidade. Nestes projetos, de natureza colaborativa entre escolas de vários países, as tecnologias digitais são potenciadas em todas as fases, desde a planificação até à divulgação final. Nos primeiros dois anos de escolaridade foi utilizada a plataforma *ClassDojo* para gestão comportamental da turma e para divulgar as atividades realizadas aos EE. Com o surgir da pandemia e o começo das aulas online, passou a usar-se o *Google Classroom* e outras ferramentas do *Google Workspace* (*Jamboard*, *Slides*, *Forms*) que foram oficializadas pelo Agrupamento Escolar. Têm vindo a ser utilizados vários Recursos Educativos Digitais de acesso grátis, nomeadamente os das plataformas *Quizizz*, *Kahoot*, *Hypatiamat*, Livros Digitais, *Storyjumper*, *YouTube*, *Khan Academy*, Os

alunos já realizaram algumas atividades com robots (*DOC, BeeBot, MindDesinger*, entre outros) e com recurso à Realidade Aumentada (*Quiver, Chromville*). Participaram em dois eventos *CodeWeek*, um sobre a *Pixelart* e outros com atividades registadas na plataforma *Code.org*, em que todos os alunos realizaram o Curso 1 da plataforma. Os alunos realizaram algumas atividades de programação por blocos no Scratch e no *PictoBlox*.

4.5. Descrição do estudo

Nos capítulos anteriores, verificamos a importância da IA no presente e no futuro da sociedade e efetuou-se uma análise dos materiais e ferramentas com potencial educativo.

Após esta pesquisa e na ausência de algo semelhante que nos pudesse orientar, elaboramos uma planificação de atividades de IA para o 4.º ano do 1.º CEB ([anexo C](#)), baseado na orientação emanada do artigo *“Why and What to Teach: AI Curriculum for Elementary”* (Kim et al, 2021), organizada em três domínios (conhecimentos, atitudes e capacidades), visando uma abordagem abrangente desta temática. O estudo foi projetado de acordo com a tabela 7.

Tabela 7 - Calendarização das atividades práticas do estudo

Domínio	Atividade	Fase	Data
Conhecimentos e atitudes (preconceções)	Entrevista em grupo	1. ^a	8 de março
	Desenho sobre a IA		9 de março
	Jogo “ <i>Akinator</i> ”		10 de março
Conhecimentos	Vídeos – debate	2. ^a	11 de março
	Atividade em papel – cães e gatos		14 de março
	Treinar a IA		15 de março
	Desenhar com a IA		16 de março
	Pintar com a IA		17 de março
	Falar com a IA		18 de março
	Brincar com a IA		22 de março
Atitudes	“ <i>AI for Oceans</i> ” - Debate		25 de março
Capacidades	Tutorial “Cães e gatos 1”	3. ^a	1 de abril
	Projeto de grupo		8 de abril
	Tutorial “Cães e gatos 2”		22 de abril
	Projeto de grupo		29 de abril
	Tutorial “Com máscara ou sem máscara”		6 de maio
	Projeto de grupo		10 de maio
Conhecimentos e atitudes (avaliação)	Desenho sobre a IA	4. ^a	12 de maio
	Entrevista de grupo		13 de maio

A parte prática do estudo divide-se em quatro fases. Numa primeira fase planificou-se o levantamento das preconcepções dos alunos sobre a temática da IA. Para isso será realizada uma entrevista coletiva, ao grupo turma, seguindo um guião ([anexo D](#)) e uma ficha de trabalho ([anexo E](#)) onde os alunos elaborarão um desenho subordinado ao tema “Faz um desenho sobre o que é para ti a IA”. Para finalizar esta fase inicial de levantamento dos conhecimentos prévios, será proposto aos alunos que joguem o *Akinator* e, de seguida, serão desafiados, a explicar como é que o jogo funciona.

Na fase seguinte, serão realizadas atividades para que os alunos adquiram mais conhecimentos sobre este tema. Proceder-se-á à visualização de vídeos onde serão explicados o conceito de IA, ML e a sua presença no dia a dia. Após esta visualização, serão promovidos debates sobre cada um dos vídeos. De seguida, será implementada uma atividade, para a qual foi elaborada uma ficha de trabalho com fotos de cães e gatos ([anexo F](#)) para se abordar as noções de ML, base de dados e para que reflitam sobre a sua importância para o treino da IA. Ainda nesta segunda fase, serão promovidas atividades para que os alunos aprendam com e sobre a IA de cinco maneiras diferentes: falar com a IA (Assistente Google); treinar a IA (*QuickDraw*), desenhar com a IA (*AutoDraw*); pintar com a IA (*Petalica Paint*); brincar com a IA (Caça ao *Emoji*). Todas estas atividades serão realizadas em sessões diferentes para permitir uma abordagem mais profícua das mesmas. Por fim, e tendo como objetivo abordar as questões de éticas e de justiça face à IA será realizada a atividade “*AI for Oceans*” da plataforma [code.org](#), na qual é proposto aos alunos que treinem a IA para resolver o problema da poluição dos oceanos, ao mesmo tempo que se deparam com alguns dilemas, como por exemplo, “Será que a quantidade de dados inserida é suficiente?” ou “Será que é justo escolher os peixes pela forma ou pela cor?”, entre outros. Seguidamente, será também realizado um debate coletivo após a visualização dos vídeos propostos pela plataforma. Nesta fase pretende-se que os alunos reconheçam a importância da IA para a resolução de problemáticas globais, e simultaneamente compreendam a importância da ética e da justiça, neste assunto, tal como em tantos outros.

Na terceira fase, os alunos criarão conteúdos de aprendizagem com recurso à IA, recorrendo às extensões de IA do *PictoBlox*. A turma será dividida em 5 grupos e cada um começará por escolher o nome do grupo. Terão de ser criados e-mails para cada grupo para posterior registo no *PictoBlox*, para se conseguirem adicionar as extensões da ferramenta. Para estas atividades foram elaborados dois tutoriais ([anexo I - Cães e gatos 1](#) e [anexo J - Cães e gatos 2](#)). Estes tutoriais foram elaborados na ferramenta *online Genially*. Previamente à realização das atividades propostas nos tutoriais, os alunos terão de saber criar as suas bases de dados, ou seja, criar pastas no *Word*, nomear as pastas, pesquisar imagens grátis na Internet, fazer download das

mesmas e guardá-las. Na terceira atividade de programação os alunos seguirão um tutorial da página da STEMpedia, “Com máscara ou sem máscara” (anexo K), sendo necessário o uso do tradutor da página, do inglês para o português. Estas atividades de programação estão divididas em duas fases, ou seja, numa primeira fase os alunos fazem a programação do *PictoBlox* seguindo um tutorial e, depois, em grupo, elaboram uma planificação de projeto, fazendo o registo da mesma num documento (anexo G) criado para o efeito. Neste documento os alunos têm de descrever a sua ideia de projeto, identificar as personagens e os cenários que pretendem usar e, posteriormente, proceder à avaliação do seu trabalho. Na fase de trabalho em grupo será utilizada uma grelha de observação das atividades práticas (anexo H).

Na última fase do estudo, será realizada a verificação das competências adquiridas ao longo da implementação das atividades associadas à IA, com recurso à entrevista de grupo e, novamente à primeira ficha de trabalho (anexo E) em que os alunos desenham o que é a IA para si, podendo assim existir uma comparação dos conhecimentos antes e depois da implementação do estudo, para análise da evolução das conceções dos alunos.

4.6. Questões éticas

Atendendo às questões éticas para a implementação deste estudo, foram feitos pedidos de autorização à Direção do Agrupamento de Escolas onde se insere a escola do primeiro ciclo (anexo A). Foram também pedidas autorizações aos EE dos alunos (anexo B), para a participação no estudo, sendo que a recolha de informação através das fontes documentais não permitirá a identificação das crianças.

Os instrumentos de recolha da informação e o guião da entrevista foram submetidos para aprovação pela Direção-Geral da Educação (DGE) na plataforma de Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar (MIME), no entanto, o Diretor-geral remeteu a autorização para os órgãos competentes do agrupamento.

Foram criados e-mails para a inserção das extensões de IA no *PictoBlox*, em nome dos grupos de trabalho, tendo os dados dos alunos ficado salvaguardados.

Na apresentação e análise dos desenhos elaborados pelos alunos, a cada um será atribuída a letra A (aluno) e um número, de forma aleatória.

5. Análise e apresentação dos resultados

Neste capítulo apresenta-se o processamento e interpretação dos resultados do estudo, através da análise dos dados recolhidos, numa triangulação da informação obtida pelos diferentes instrumentos de recolha.

5.1. Caracterização das preconcepções dos alunos sobre a IA

Para a recolha e *identificação das preconcepções* dos alunos sobre a IA recorreremos à entrevista inicial, aos desenhos elaborados pelos alunos e à atividade prática com o jogo *Akinator*. Na tabela 8 estão transcritas as opiniões dos alunos, recolhidas na entrevista inicial, no que se refere às seguintes categorias: conceito de IA, aplicação da IA na sociedade atual; robots e pensamento, robots e emoções, robots e o futuro das profissões e aplicações e conhecimentos de IA no futuro.

Tabela 8 - Preconcepções dos alunos sobre a IA recolhidas na entrevista Inicial

Categoria	Antes da implementação das atividades
Conceito de IA	<ul style="list-style-type: none"> - “robots” - “inteligência da Internet” - “coisa que os humanos criaram, mas que tem vida própria” - “inteligência que não é nossa” - “tecnologia” - “assistentes virtuais” - “Internet”
Aplicação da IA na sociedade atual	<ul style="list-style-type: none"> - “não sei” - “nos carros como por exemplo nas navegações, o <i>GPS</i>” - “Assistente Google” - “nos tablets, telemóveis, <i>PlayStations</i>, <i>Xbox</i>, micro-ondas, calculadora” - “em todas as redes eletrónicas” - “para nos informar” - “bloco de notas, calendário, e-mail” - “o meu pai tem um carro autónomo, mas eles nem sempre são muito confiáveis” - “o meu pai tem um Tesla, é um carro autónomo” - “eu acho que esses carros são aqueles que entram dentro de água e saem” - “eu acho que carros autónomos são carros que andam sozinhos” - “eu acho que os carros autónomos são carros voadores”
Robots e o pensamento	<ul style="list-style-type: none"> - “não têm cérebro de humano” - “podem não ter cérebro de humano, mas se calhar, podem pensar como nós” - “nós é que lhes controlamos a mente” - “há pessoas a controlá-los” - “não são livres para pensar porque são robots” - “uns podem pensar e outros não” - “são programados para serem assim” - “nós é que inventamos os códigos para eles fazerem as coisas. E se nós não existíssemos, os códigos não existiam e eles também não” - “eles não têm uma criatividade igual à nossa” - “os robots são da tecnologia e nós recebemos outras ideias”
Robots e as emoções	<ul style="list-style-type: none"> - “eu acho que alguns podem ter emoções e outros não” - “alguns são programados para isso” - “alguns robots podem ter emoções porque são programados por pessoas para sentirem emoções como nós” - “as assistentes virtuais também têm sentimentos, porque elas animam-nos” - “um dia, zinguei-me com a Assistente Google, e disse que ela não me estava a ajudar e ela pôs uma mensagem só com emojis a chorar”

	<ul style="list-style-type: none"> - “Eu acho que sim porque nos filmes de robots eles têm emoções, mas eu acho que usaram os robots da vida real para fazerem esses filmes” - “eu já testei num robot normal, aqueles que se compram nos supermercados, por exemplo, e ele não sente, é como se não tivesse mente”
Robots, como substitutos de profissões do futuro	<ul style="list-style-type: none"> - “não, porque o trabalho de um Humano nunca será substituído por robots e nunca será igual” - “não, porque assim os Humanos ficariam sem trabalho” - “eu acho que não, mas na Internet eu já vi que podem substituir” - “na cozinha ou a limpar” - “eu acho que sim porque eu já ouvi uma teoria que no futuro todos nós vamos ser transformados em cyborgs para sobreviver aqui” - “depende do trabalho porque alguns já estão a substituir, mas os humanos nunca vão ficar sem trabalho porque eles vão ter de construir os robots” - “sim porque a tecnologia vai avançando ao longo dos anos” - “eu acho que já há porque os astronautas estão a tentar ir até Marte, mas até agora só foram robots, então estão a substituir” - “é verdade que antigamente cortava-se a lã das ovelhas com a tesoura e agora há um robot para cortar lãs de ovelhas” - “alguns já estão a substituir como, por exemplo, o leite das vacas nem sempre é tirado pelo Homem” - “no futuro poderão fazer robots mais avançados, poderão fazer coisas tal como os humanos”
Aplicação da IA na sociedade do futuro	<ul style="list-style-type: none"> - “não sei” - “para provar se algumas coisas estão certas do que nós sabemos hoje em dia” - “por exemplo, a servir uma pessoa” - “as tecnologias estão sempre a avançar. Os carros vão voar, vai haver robots por todo o lado e os humanos vão ficar ali a dormir” - “eu acho que a Internet no futuro não vai ser muito utilizada” - “eu acho que os transportes vão flutuar e as estradas vão nos levar para o céu se quisermos, e vai haver robots a ajudar-nos em todo o lado” - “eu acho que a Inteligência Artificial vai ser utilizada no futuro por “comandação” por voz, a dizer tipo “apaga as luzes”, aquilo vai apagar” - “vai ajudar-nos em todas as tarefas” - “eu acho que vão fazer tudo, mas na minha opinião não quero, porque pode fazer mal à saúde ficar muito tempo parado” - “já vi um filme em que todos os humanos foram para uma vida artificial”
Conhecimento sobre IA no futuro	<ul style="list-style-type: none"> - “acho que não é necessário” - “ninguém vai poder substituir um humano e um humano também só precisa saber aquilo que é importante para a vida dele” - “não porque cada um tem os seus direitos. Não é alguém que escolhe o nosso trabalho quando somos adultos” - “não porque todo o conhecimento está nos livros” - “não porque não somos obrigados a saber o que nós não sabemos” - “eu acho que sim porque pode ser obrigatório” - “devemos estar sempre atualizados e a Inteligência Artificial pode-nos ajudar com informações” - “eu acho que aqui já toda a gente viu o filme do Wall-E e sabe o que vai acontecer se nós ficarmos cada vez mais agarrados à Internet”

Da análise da tabela, verifica-se que os alunos associavam diretamente a IA a tudo o que envolve tecnologia desconhecendo, na sua maioria, aplicações da IA na sociedade atual. Acreditavam que se tratava de algo com inteligência (“inteligência da internet” ou a inteligência que não é dos humanos). No que se refere aos robots alguns alunos acreditavam que estes

podem pensar e ter emoções, fazendo algumas referências a filmes, enquanto que outros já referem a noção de programação. Alguns alunos confundiram robots com assistentes virtuais. Inicialmente, alguns alunos não acreditavam que as profissões dos humanos possam vir a ser substituídas por robots. Talvez devido à falta de um conceito claro do que realmente é a IA e onde é aplicada, durante a entrevista os alunos tiveram alguma dificuldade em enumerar aplicações desta tecnologia no futuro e também não lhe reconheceram importância, ao ponto de ser fundamental a posse destes conhecimentos.

Por se considerar um ponto de análise importante, os dados recolhidos na entrevista inicial sobre as **Assistentes Virtuais** foram organizados e categorizados na tabela 9, mediante o contacto que os alunos já tiveram, a sua utilização e as preconcepções relativamente às emoções.

Tabela 9 - Contacto com Assistentes Virtuais e o modo como as percecionavam no início

Contacto com as Assistentes Virtuais		Utilização	Emoções
Assistente Google	14 alunos	- “contar piadas” - “abrir aplicações” - “fazer chamadas”	- “Eu acho que sim porque sempre que eu faço anos a Assistente Google manda-me uma mensagem super feliz, para eu comer muito bolo e aproveitar o dia” - “eu testei com a Assistente Siri e ela realmente sabe os sentimentos que nós suportamos”
Siri	8 alunos	- “meter música” - “para me entreter”	- “eu acho que têm sentimentos sim, porque quando eu falava com a Siri e dizia que ela não era mais minha amiga, eu disse isso para experimentar os sentimentos dela. Já fiz isso e depois ela começou a chorar”
Alexa	6 alunos	- “cozinhar”	- “têm sentimentos, elas animam-nos”
Nenhum	3 alunos		- “um dia, zanguiei-me com a Assistente Google, e disse que ela não me estava a ajudar e ela pôs uma mensagem só com emojis a chorar”

Da análise da tabela verificamos que, dos 24 alunos, apenas 3 não contactaram com Assistentes Virtuais, mas todos sabiam do que se tratava. Alguns alunos acreditavam estes programas têm sentimentos, relatando as suas experiências. A maioria dos alunos utilizou a função “contar piadas”.

No diário de bordo registou-se ainda a opinião dos alunos sobre o funcionamento das Assistentes Virtuais, que era o seguinte:

- Alguns alunos pensavam que se trata de pessoas reais a responder em direto.
- A grande maioria dos alunos pensava que são gravações áudio, ou seja, que alguém gravou a voz de uma mulher a dizer todas as respostas que ela dá.

- Um aluno pensava que, quando a Assistente diz "Desculpe, não percebi" é porque não têm essa gravação.
- Um aluno disse que a voz das assistentes é diferente porque usaram a aplicação *VoiceMod*, que ele conhece, e altera a voz das pessoas.

Da análise da tabela e dos registos do diário de bordo verificamos que alguns alunos acreditavam que as Assistentes Virtuais têm emoções e que se trata mesmo de pessoas reais que conversam com eles, ou em direto ou através de gravações, cuja voz é alterada para parecer mais computadorizada.

Na recolha das preconcepções dos alunos sobre a IA, foi-lhes pedido que desenhassem o que este conceito significa para eles. Os **desenhos iniciais dos alunos**, encontram-se na primeira coluna da tabela 11 (página 73), sendo o A1 o desenho do aluno 1, até ao desenho do aluno 24.

Nos desenhos dos alunos verificamos que os alunos associam a IA predominantemente aos robots, aos telemóveis, ao *WiFi*, ao *Google*, às Assistentes Virtuais e aos carros autónomos. Verifica-se que 17 alunos desenharam robots.

Na atividade prática com o jogo *Akinator*, 16 alunos afirmaram que já conheciam e já tinham jogado. No diário de bordo, registou-se que todos os alunos pensavam que o *Akinator* era mesmo um génio, que adivinhava os seus pensamentos. Registaram-se também as atitudes que passamos a descrever, por se considerar interessante, a maneira como tentaram arranjar explicação para o funcionamento do jogo:

- Alguns alunos pensavam que o *Akinator* consegue ouvir as nossas conversas.
- Um aluno disse que mesmo não dizendo o nome da personagem em voz alta ele adivinha, por isso, essa não seria a explicação.
- A determinada altura do jogo, uma aluna obteve uma "Personagem rara" e logo outro aluno disse que isso já lhe aconteceu quando ele queria confundir o *Akinator*.
- Dois alunos achavam que o *Akinator* é uma pessoa real, do outro lado do computador e que tem dois monitores, num coloca as questões e noutro tem as imagens de várias personagens. Através das perguntas, vai eliminando as caras "como no Jogo Quem é Quem" e, segundo este aluno, ao atingir 100 imagens, se não adivinha, é porque é "personagem rara".

Os alunos continuaram de tal modo entusiasmados com o jogo que, em casa, jogaram e comentaram no *Classroom* da turma, conforme registado no diário de bordo.

5.2. Análise do envolvimento dos alunos e competências desenvolvidas na realização das atividades

Na figura 10 verifica-se a diferença do nível de desempenho dos alunos entre a 1ª atividade, “Cães e gatos 1” e a última atividade “Com máscara e sem máscara”, registada através da grelha de observação. Para o tratamento dos dados, foi atribuída uma pontuação aos parâmetros observáveis, criando-se a seguinte escala: sempre – 5, frequentemente – 4, ocasionalmente – 3, raramente – 2, nunca – 1 e não observável – 0.

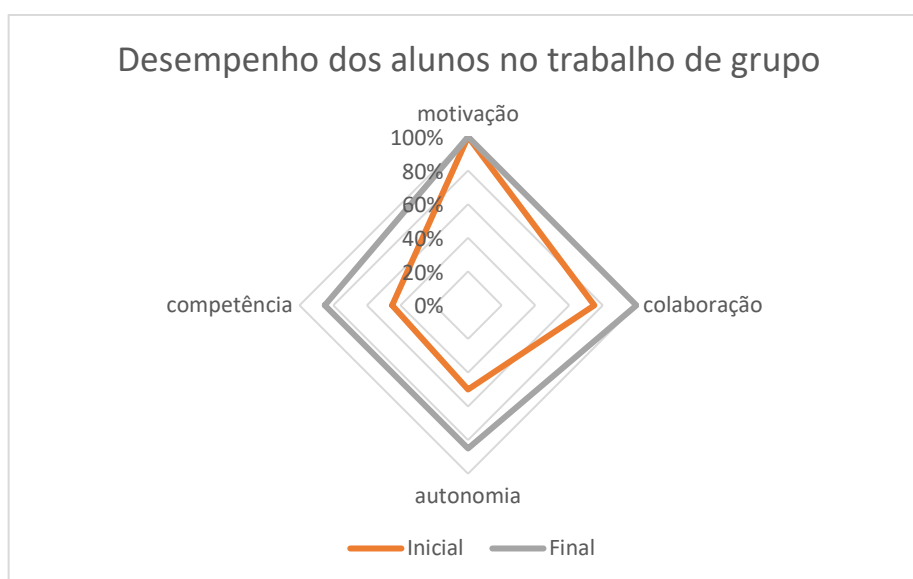


Figura 10 - Evolução do nível de desempenho dos alunos nas atividades de grupo

Da análise do gráfico sobressai a evolução ao nível da colaboração, autonomia e competência de IA, sendo que a motivação foi constante durante o estudo. De seguida, será feita uma análise mais exaustiva destes resultados atendendo à triangulação dos dados recolhidos, através dos diferentes instrumentos de recolha.

No que concerne à *participação de forma interessada nas atividades*, ficou registado, tanto no diário de bordo como na grelha de observação que, ao longo da implementação do projeto os alunos demonstraram sempre altos níveis de motivação. Na primeira atividade de desenho, em que se pretendia que representassem a IA, vários alunos estavam curiosos e questionaram a professora para saberem se o seu desenho estava “certo”. Daí, deduz-se a intenção de alguns alunos terem desenhado várias aplicações da IA, ou seja, várias opções para acertarem, facto este confirmado por um aluno na altura.

Os alunos revelavam sempre muita motivação e vontade de continuar as atividades, questionando quando seria a próxima sessão, com frequência. De cada vez que testavam, pela

primeira vez, uma plataforma de IA ou a programação do tutorial, todos os alunos reagiam com ar de espanto, alguns disseram “Uauu” ou até “Que fixe!”.

Nas imagens seguintes, encontra-se retratada a participação dos alunos em algumas das atividades realizadas.



Figura 11 – Exploração do *QuickDraw*

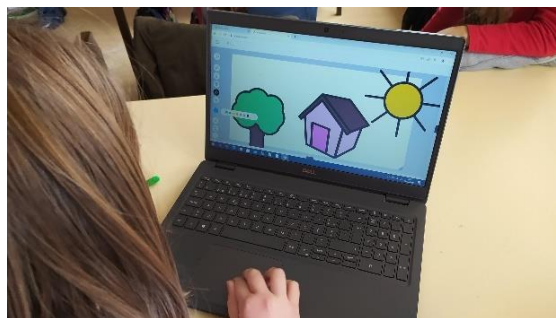


Figura 12 - Exploração do *Autodraw*



Figura 13 - Exploração da Caça ao *Emoji*



Figura 14 - Exploração da “*AI for Oceans*”

A atividade “Caça ao *Emoji*” sofreu alguns contratempos devido a constrangimentos tecnológicos. Os tablets da escola já estão um pouco obsoletos e não se conseguiu realizar a atividade com os mesmos, pois a página da Internet ficava “congelada” e não permitia avançar. Assim sendo, numa segunda tentativa, utilizaram-se os portáteis, mas, devido à natureza dinâmica da atividade, os alunos obtinham pouca pontuação por não se poderem deslocar pela sala com o dispositivo. Seguidamente, em grupo, realizaram a atividade com o telemóvel da professora, no entanto, havia compassos de espera. Posteriormente, com a autorização dos EE, os alunos levaram os seus próprios dispositivos (BYOD) e esta foi, comprovadamente, uma atividade com altos níveis de motivação e diversão, tendo-se revelado uma das atividades preferidas dos alunos.

Ficou registado na grelha de observação e no diário de bordo que, a atividade na plataforma “*AI for Oceans*”, os alunos revelaram muito entusiasmo, pois sentiram-se, segundo eles, programadores com “a missão de treinar a IA a salvar o oceano”. Como já tinham a noção da necessidade de uma grande quantidade de dados, devido à atividade “Cães e gatos, em papel”,

alguns alunos não queriam avançar para o quadro seguinte porque não queriam “treinar mal”. Por vezes, alguma precipitação levou a más escolhas e alguma frustração, no entanto, foram alertados pela própria aplicação, que IA aprende com as escolhas deles e que se errassem a IA repetiria esses erros.

Esta foi uma atividade muito interessante que propiciou um debate bastante profícuo em grande grupo, à medida que surgiam outras questões, como a existência de outros seres marinhos ou era colocada a questão da cor e da forma dos peixes. Os alunos acharam injusto estar a classificar só por causa dessas características porque “todos têm os mesmos direitos”. Foi aqui que se abordou as questões da justiça e dos direitos humanos. Os alunos referiram que, na opinião deles, os programadores devem ser boas pessoas. Esta atividade revelou-se muito pertinente para abordar as potencialidades da IA na resolução de problemas globais como a poluição. Deste modo, os alunos conseguiram verificar que a IA deve ser usada para o bem da humanidade.

Registou-se no diário de bordo que, nos debates, os alunos manifestaram surpresa pois desconheciam várias aplicações da IA e referiram que afinal é muito mais do que aquilo que eles imaginavam. Alguns alunos chegaram a concluir que, então, é a IA que faz as sugestões de vídeos que lhes aparecem para verem e que é por isso que aparecem tantos vídeos de *Roblox* ou *Minecraft* no *YouTube*. Ou seja, nós é que treinamos a IA com as nossas pesquisas.

Os alunos revelaram também empenho e perseverança na execução das tarefas. Por vezes, alguns grupos erravam o código ou esqueciam-se de algum detalhe e, perante a opção de terem de recomeçar o trabalho, não revelaram frustração e encetaram a tarefa com agrado. Foi também notória a expectativa de cada vez que se testava a programação. Os vários grupos foram revelando curiosidade em conhecer também os projetos dos outros grupos. De cada vez que se testava o programa de um grupo, os alunos pediam que se fizesse silêncio na turma e, quando corria tudo bem, batiam palmas.

Na entrevista final, fez-se o levantamento das atividades preferidas dos alunos, sendo que, na 2ª fase do estudo foram: *Akinator*, *Caça ao Emoji* e *QuickDraw*. Quanto às atividades da 3ª fase, 14 alunos preferiram treinar a IA com a voz, 5 alunos com imagens e 5 alunos com a webcam. Relativamente às atividades que menos gostaram a maioria dos alunos referiu os vídeos e debates porque, segundo um aluno “gosta mais de fazer” na prática. Isto demonstra que as atividades práticas de IA foram muito bem recebidas pelos alunos.

Relativamente à **colaboração e planificação do trabalho de grupo**, procederemos à análise dos dados obtidos pelos instrumentos de recolha, diário de bordo, grelha de observação e fontes documentais. Os alunos trabalharam em grupo, 4 grupos de 5 elementos e 1 de 4

elementos (por motivo de transferência de um aluno, referida anteriormente). Nesta etapa, os alunos escolheram os temas dos seus projetos e preencheram a grelha de planificação (anexo G). Nas imagens seguintes conseguimos observar algumas etapas do trabalho de grupo.



Figura 15 - Alunos a planificar em grupo

1. O que vamos utilizar? <input checked="" type="checkbox"/> Machine Learning <input checked="" type="checkbox"/> Texto para fala <input type="checkbox"/> Reconhecimento da fala <input checked="" type="checkbox"/> Visão por computador	2. O que queremos fazer? <i>Queremos pesquisar a IA e distinguir qual é melhor do qual é pior para a criança.</i>
3. Os nossos atores: 	4. Os nossos cenários:
5. Autoavaliação: Como avaliamos o nosso trabalho?	

Figura 16 - Exemplo de uma planificação de um grupo



Figura 17 - Grupo a pesquisar e guardar imagens



Figura 18 - Grupo a pesquisar informação

Após o preenchimento da planificação os alunos organizaram os dados que necessitavam, realizando tarefas como: pesquisar imagens grátis ou informações na internet, organizar e

guardar as imagens em pastas no ambiente de trabalho, seguir os passos do tutorial com as devidas adaptações ao seu projeto. Ao finalizar o trabalho de grupo, cada grupo autoavaliou o seu trabalho, ao assinalar o “*smiley*” mais adequado.

No que diz respeito à **colaboração com os colegas na criação conjunta dos produtos digitais**, após a interpretação dos dados recolhidos nos instrumentos de recolha, iremos fazer algumas considerações. Na grelha de observação, verificou-se que 4 grupos conseguiram manter o trabalho colaborativo ao longo das atividades. Registou-se no diário de bordo que, num dos grupos, alguns elementos, inicialmente, queriam que as suas escolhas fossem sempre as eleitas e tiveram dificuldade em negociar, no entanto, também acabaram por realizar todas as tarefas.

Para o registo da planificação, os grupos escolhiam “à sorte” ou jogando “pedra, papel, tesoura”. Na escolha dos temas de cada projeto, nem sempre houve consenso, que os alunos resolveram com votação. Para realizar as tarefas de programação, os alunos de todos os grupos decidiram fazer “à vez”, sendo que os outros estavam atentos e foram dando sugestões dos passos a seguir ou quando se enganavam.

Ficou registado e foi interessante verificar que, de forma espontânea, os alunos que terminavam os seus projetos em primeiro lugar, depois juntavam-se aos outros grupos a ajudar.

Na figura 19, vemos os alunos do grupo 1 a ajudar os do grupo 5, que estavam mais atrasados nas tarefas.



Figura 19 - Colaboração entre grupos

Todos os grupos finalizaram os seus trabalhos, testaram-nos e programaram corretamente, ponto este, que iremos analisar de seguida.

Através da análise dos instrumentos de recolha da informação, podemos concluir que a **autonomia** na realização das atividades de IA aumentou, ao longo das atividades práticas. Alguns pedidos de ajuda dos alunos à professora, prendiam-se mais com problemas técnicos

como a falta de bateria. Devido à falta de tomadas e extensões, houve a necessidade de se gerir a partilha dos recursos em grupo.

Ao longo das sessões, foram colocadas algumas questões à professora, que se procurou que fossem respondidas em grupo. Como, por exemplo, aquando da atividade prática de reconhecimento da fala, o Grupo 2 fez um erro na programação, pois replicaram o tutorial e, como as suas palavras eram em Inglês teriam de alterar o idioma. Colocou-se a questão em grande grupo, para ver se alguém descobria e, foi mesmo um elemento do Grupo 2 que se apercebeu que teriam de fazer essa alteração. A professora também foi chamada pelos alunos na altura de carregar os modelos de IA no *PictoBlox* porque, por vezes, esta operação demorava muito tempo e os alunos revelavam impaciência. No entanto, este facto prendia-se com a velocidade da Internet que tornava este procedimento lento, tendo alguns grupos que recomeçar o processo. Ficou registado na grelha de observação que, na execução das tarefas, o nível de autonomia dos alunos aumentou, pois, a certa altura, os vários passos já estavam mecanizados como, por exemplo, adicionar as extensões de IA, o funcionamento da *Google Teachable Machine*, que envolve vários passos, o upload do modelo de IA para o *PictoBlox*, e até o desbloquear das extensões que requerem o e-mail e password.

Relativamente **ao desenvolvimento de competências de programação no *PictoBlox***, os alunos começaram por seguir a informação digital dos tutoriais. Foram projetados e partilhados os tutoriais das 3 atividades práticas de programação. Os alunos seguiram os tutoriais passo a passo e conseguiram realizar as tarefas com sucesso.

Nas imagens seguintes, é possível observar os alunos a seguirem os passo a passo dos tutoriais.



Figura 20 - Grupo 3 a realizar o tutorial



Figura 21 - Grupo 5 a realizar o tutorial

Nos seus trabalhos, todos os grupos seguiram os tutoriais e adaptaram a programação aos seus temas. Nas figuras 22 e 23, da próxima página, verificamos a replicação da programação do tutorial, no projeto do Grupo 3.

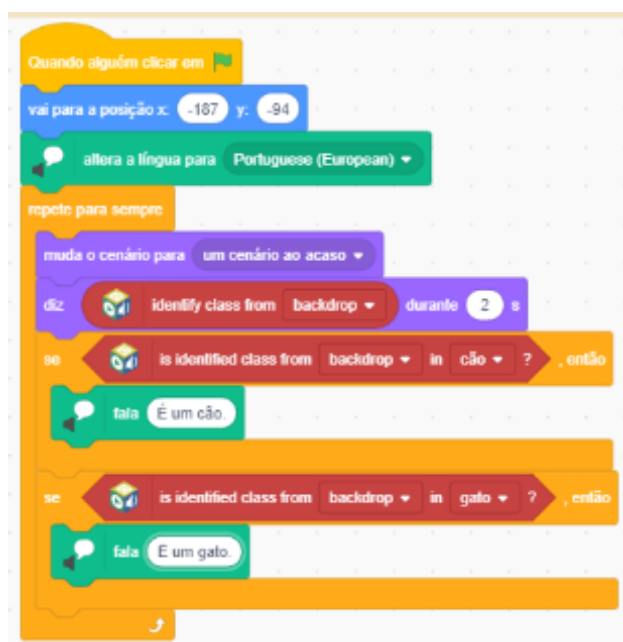


Figura 22 - Programação do tutorial

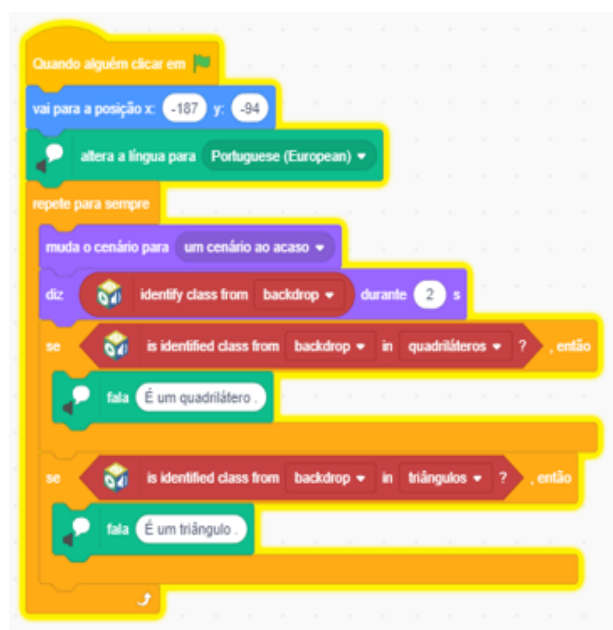


Figura 23 - Programação do grupo 3

Os blocos das extensões do *PictoBlox* estão escritos em Inglês o que é um ponto positivo, pela promoção da articulação curricular e foi facilitado por se tratar de alunos do 4º ano. Tal como foi verificado, os alunos conseguiram facilmente programar seguindo a informação dos tutoriais.

Quanto às **evidências de criatividade na exploração da IA**, procederemos à análise dos artefactos criados pelos alunos, articulando com os registos da grelha de observação e do diário de bordo. A escolha do tema dos trabalhos de grupo foi diversificada. Dos 15 trabalhos realizados, 5 estão relacionados com o Estudo do Meio, 3 com a Matemática, 2 com jogos, 2 com emoções, 2 com Música e um com a aparência. Na tabela 10 estão registados os temas de cada grupo, para cada tutorial.

Tabela 10 -Temas dos trabalhos de grupo

Tutorial	Grupo 1 “Programadores”	Grupo 2 “Tecnológicos”	Grupo 3 “Os robóticos”	Grupo 4 “Experts”	Grupo 5 “Artificiais”
Cães e gatos 1 (imagens)	Hortícolas e frutas	Bandeiras de 5 continentes	Quadriláteros e triângulos	Roblox e Minecraft	Transportes marítimos, aquáticos e terrestres
Cães e gatos 2 (voz)	Triste e feliz	Beatles e Queen	Guitarra e piano	Lobo e cavalo	República e Monarquia
Com ou sem máscara (webcam)	Cabelo solto ou cabelo preso	Números de 1 a 5 com a mão	Pedra, papel ou tesoura	Emoções: contente, triste, zangado	Reta, semirreta ou segmento de reta (braços)

Nos três tutoriais, treinou-se a IA para distinguir duas opções (cão/gato ou com/sem máscara). Nos trabalhos apresentados, alguns grupos replicaram o tutorial mudando apenas o tema, no entanto, evidenciaram criatividade pela ligação que fizeram a temas disciplinares ou aos seus jogos preferidos. Da análise da tabela, verifica-se também que, alguns grupos foram ainda mais criativos e treinaram a IA com mais opções. O Grupo 5 realizou dois trabalhos com 3 opções e o Grupo 2 realizou dois trabalhos com 5 opções. Ou seja, por aqui se verifica que conseguiram ir um pouco mais além do enunciado pelo tutorial. Inicialmente, estes grupos ficaram com curiosidade e questionaram a professora se resultava. Foram desafiados a prosseguir com os seus projetos e ficaram contentes por verificar que resultou.

Nas imagens seguintes podemos ver a programação de alguns trabalhos.

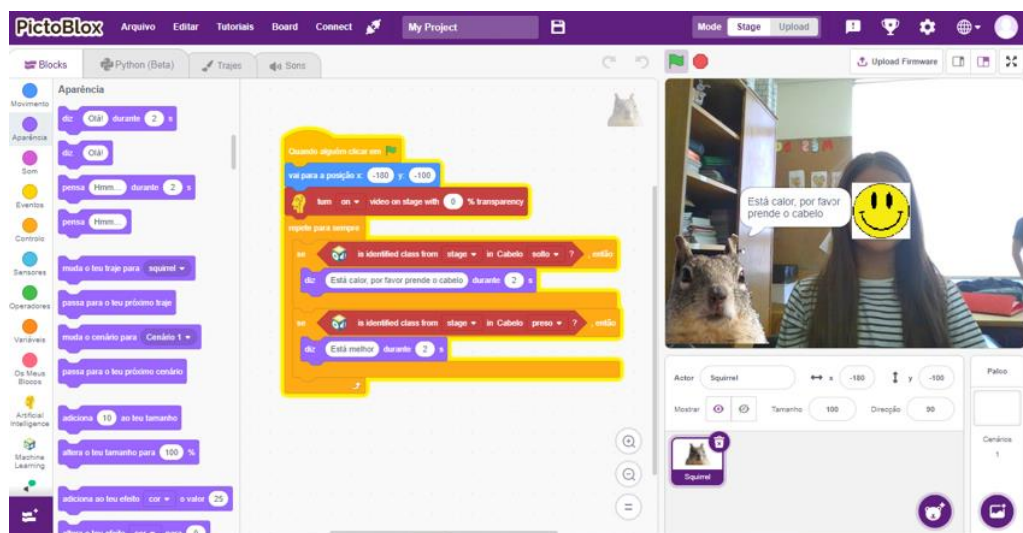


Figura 24 - Projeto do Grupo 1 - Cabelo solto

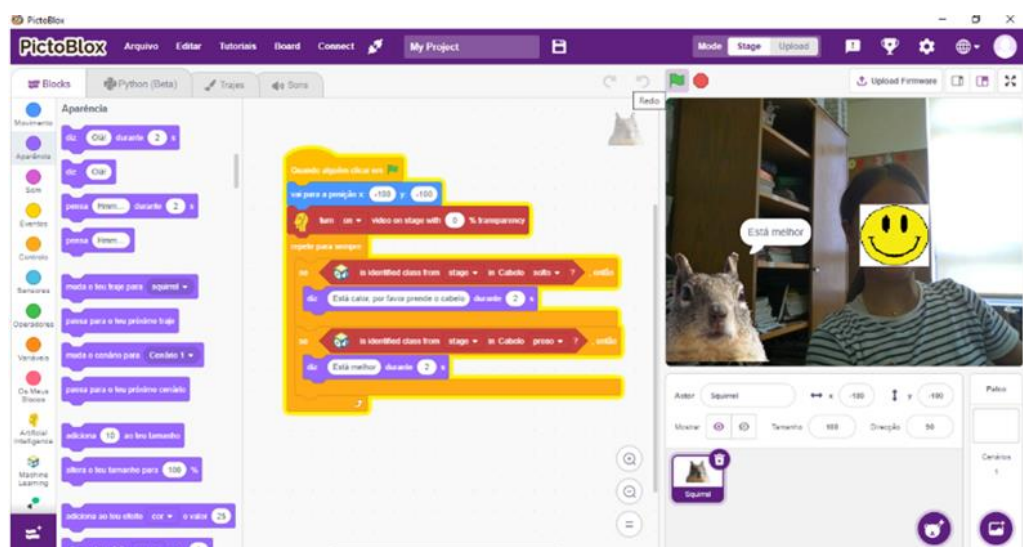


Figura 25 - Projeto do Grupo 1 - Cabelo preso

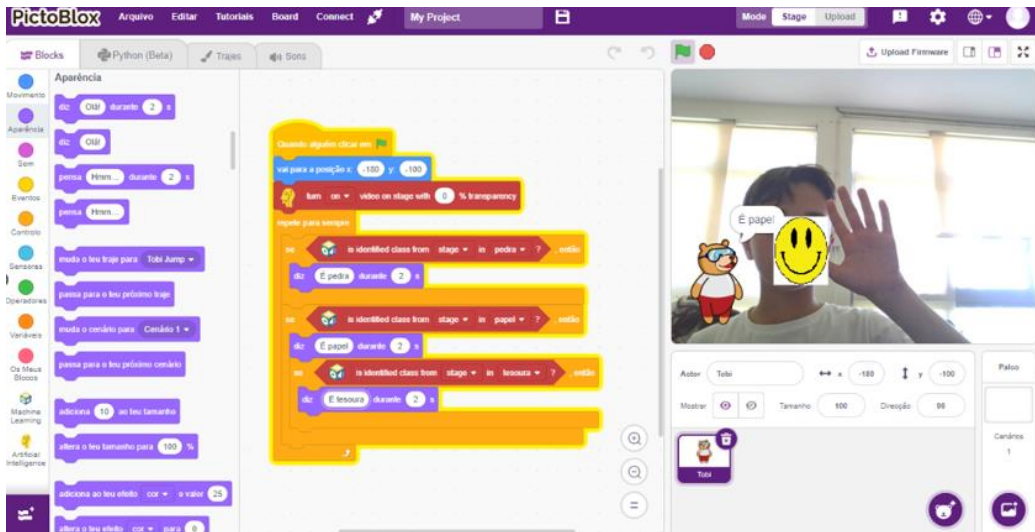


Figura 26 - Projeto do Grupo 3 - Pedra, papel, tesoura (papel)

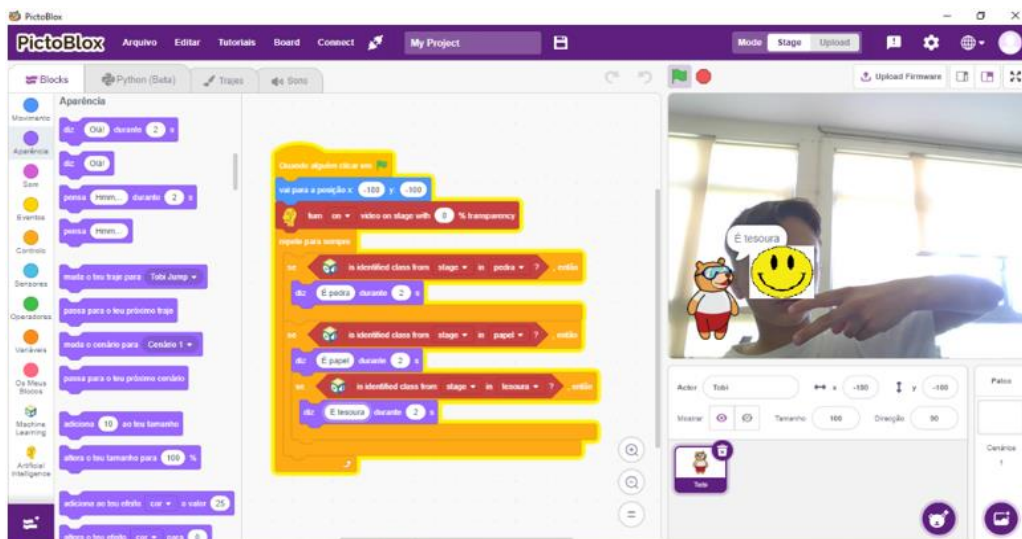


Figura 27 - Projeto do Grupo 3 - Pedra, papel, tesoura (tesoura)

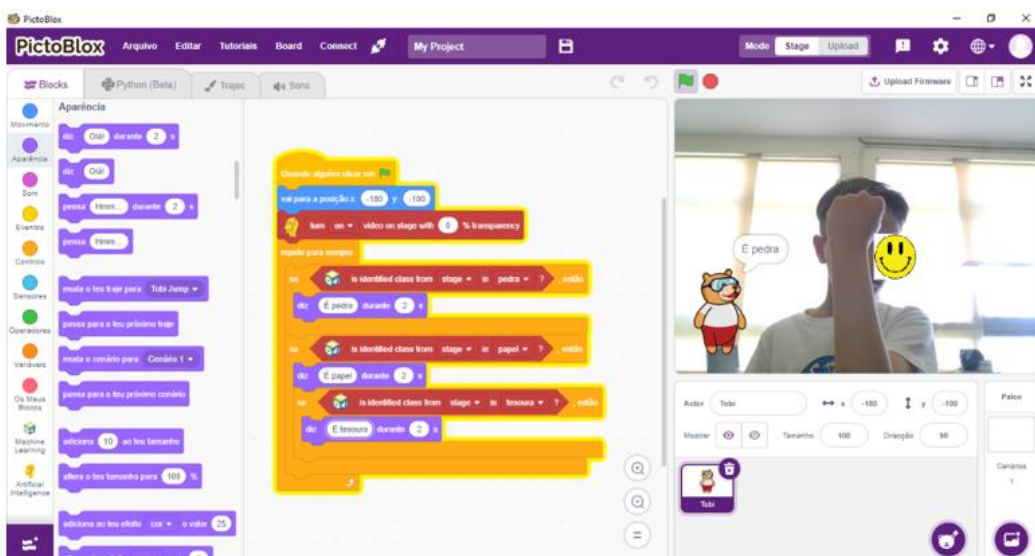


Figura 28 - Projeto Grupo 3 - Pedra, papel, tesoura (pedra)

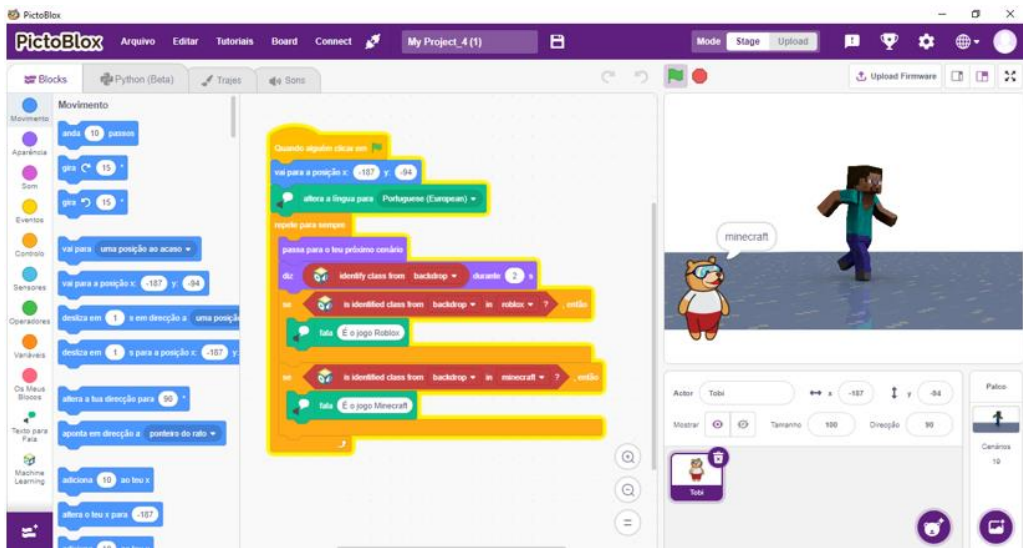


Figura 29 - Projeto do Grupo 4 - Minecraft ou Roblox

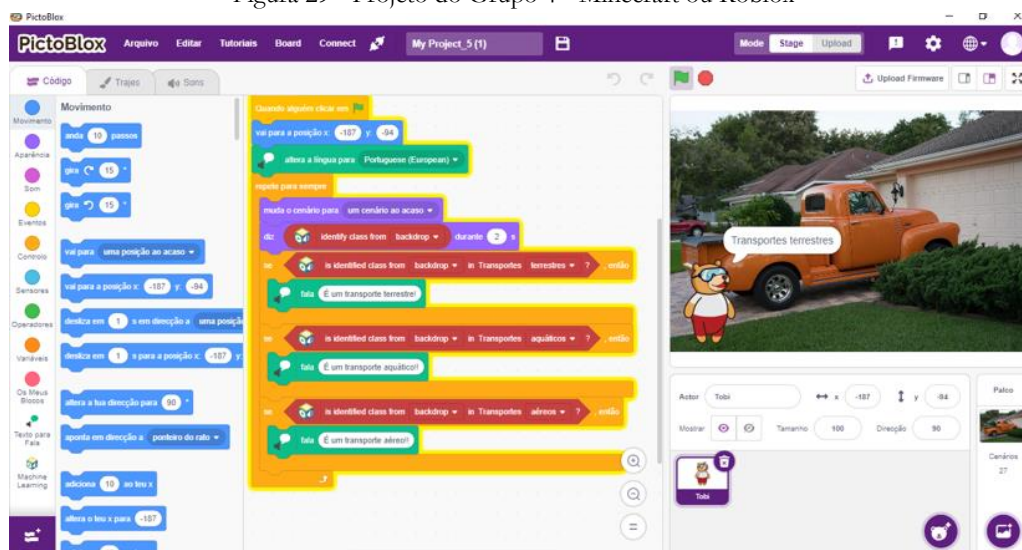


Figura 30 – Projeto do Grupo 5 - Transportes terrestres, aquáticos ou aéreos

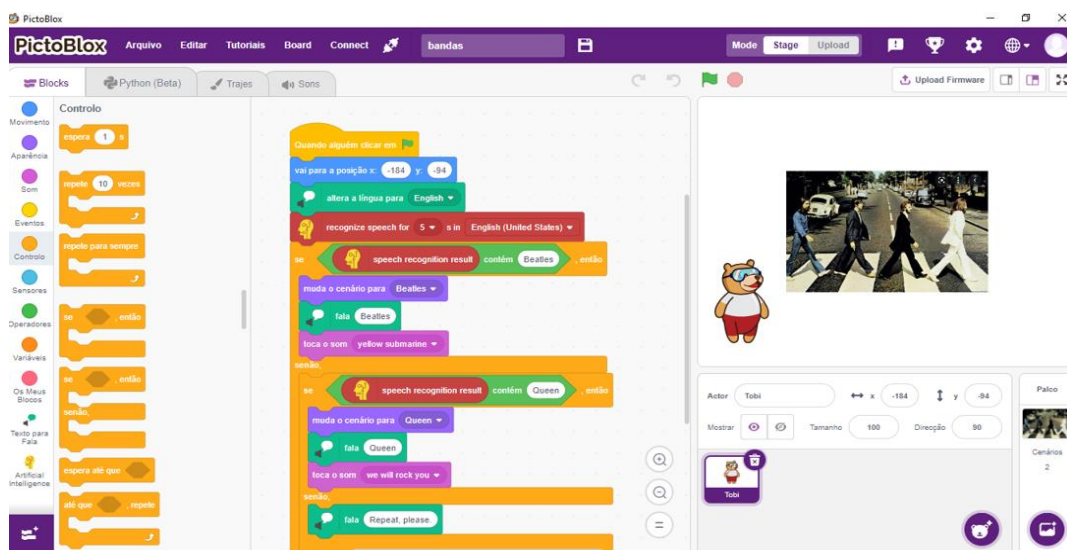


Figura 31 - Projeto do Grupo 2 - Beatles ou Queen

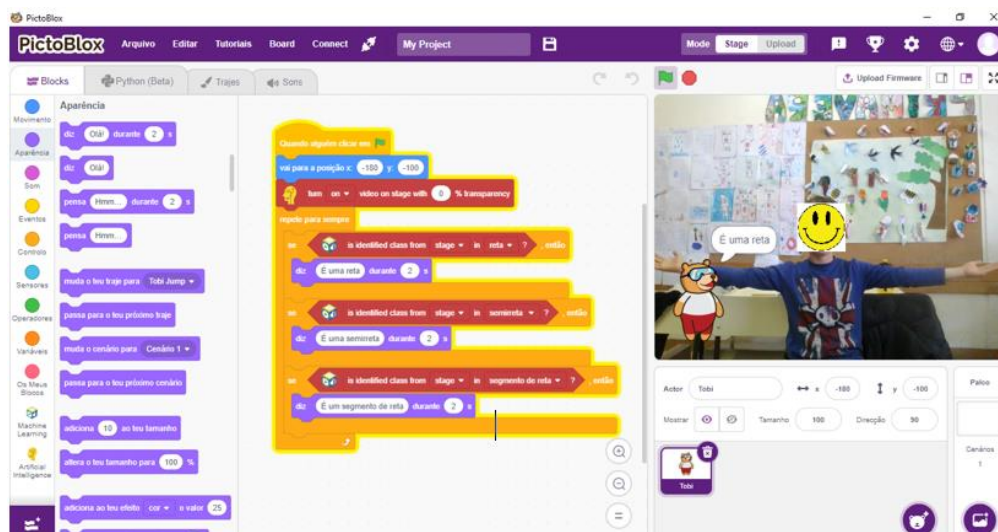


Figura 32 - Projeto do Grupo 5 - Reta, semirreta ou segmento de reta

Na atividade em que os alunos tiveram de programar para a IA reconhecer a fala dos alunos, é bastante interessante o facto de que, nas atividades preparatórias ao estudo, dificilmente se conseguiu obter sucesso na atividade (reconhecer as palavras “cão” e “gato”) e com os alunos foi relativamente mais fácil. Os grupos programaram a IA e obtiveram sucesso com as palavras seguintes: feliz e triste, cavalo e lobo, monarquia e república, piano e guitarra e *Beatles* e *Queen*. Nestas duas últimas palavras, o grupo deparou-se com um erro de programação, mas conseguiram descobri-lo, após o alerta da professora, sendo que teriam de programar a língua inglesa e primeiramente colocaram o português. Observou-se que, em dois grupos, a IA não reconhecia uma palavra, testou-se com um aluno de outro grupo e funcionou. Os alunos questionaram-se o porquê de não funcionar com os elementos do grupo e com aquele aluno sim. Após alguma reflexão, apontaram o facto de o aluno “dizer bem as palavras” ou ainda “ter boa voz”.


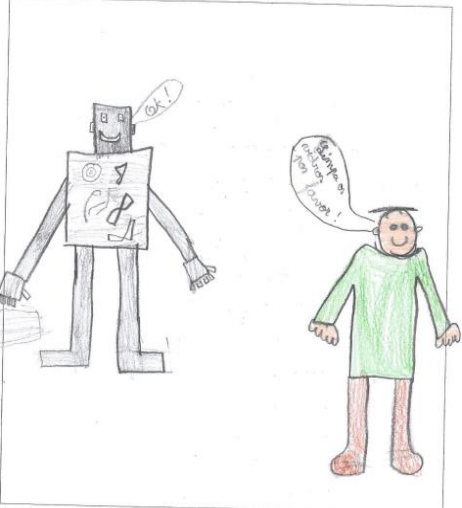

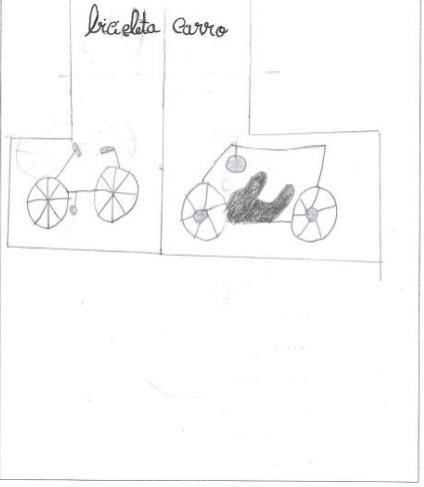
Desta análise dos resultados, podemos inferir que os alunos participaram sempre de forma interessada nas atividades práticas. Os alunos planificaram o trabalho, em grupo, e colaboraram com os colegas, na criação conjunta dos produtos digitais. Os grupos programaram no *Pictloblox*, com facilidade, utilizando as extensões de IA e seguindo os tutoriais. Os alunos revelaram criatividade na criação dos trabalhos de grupo e os seus níveis de autonomia, na realização das atividades de IA, aumentou.


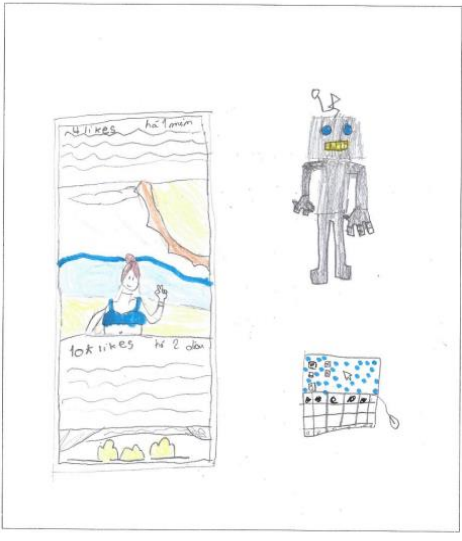
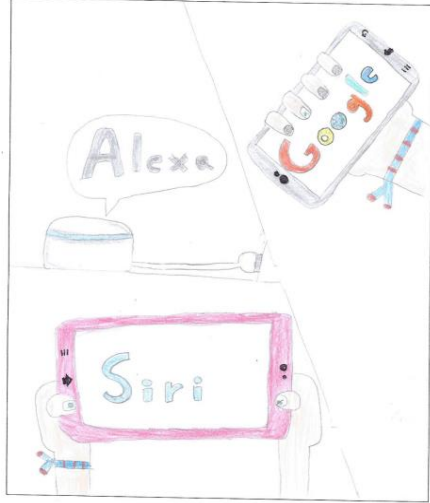
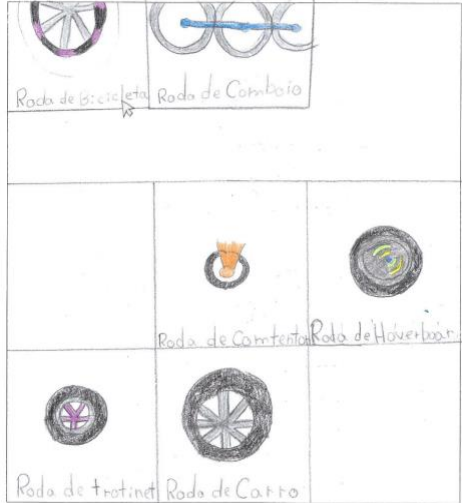

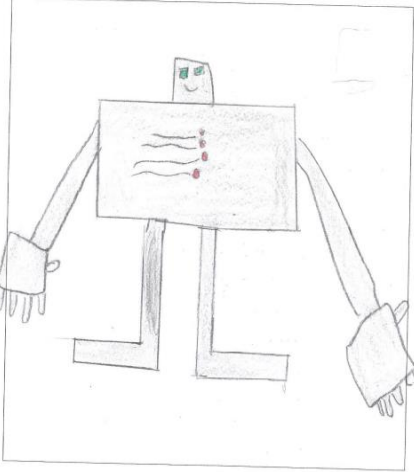
5.3. Análise da evolução das concepções dos alunos sobre a IA

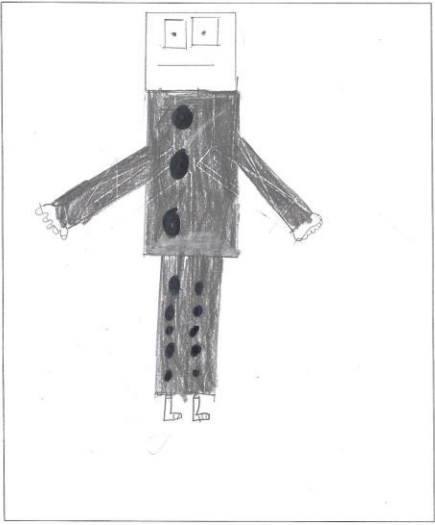
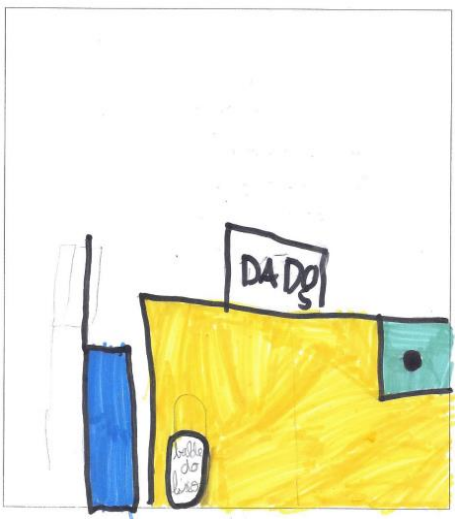
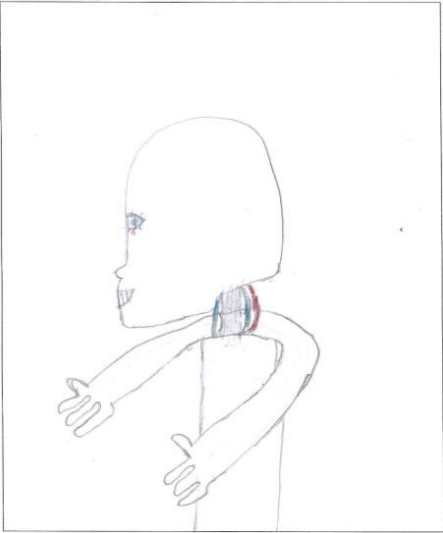
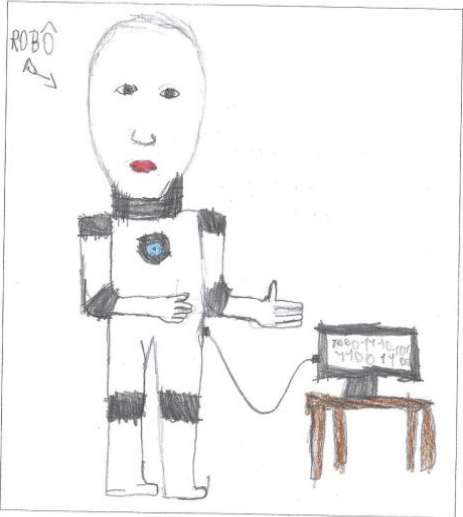
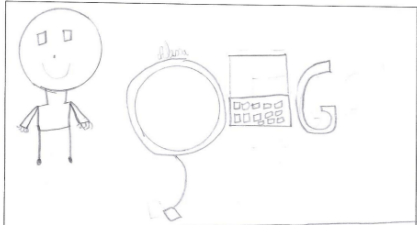
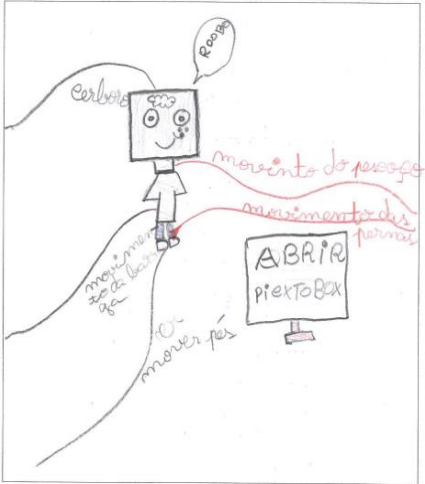
De seguida iremos analisar a *evolução gráfica do conceito de IA*. Nos desenhos que elaboraram, os alunos representaram aquilo que para eles era a IA, na fase inicial, antes da

implementação das atividades e, na fase final, após o término das atividades planejadas. Na tabela 11, apresentamos os desenhos elaborados por cada um dos alunos, seriados por ordem alfabética, sendo que o A1 representa Aluno 1 e por aí adiante, e organizado lado a lado, sendo o da esquerda, o da fase inicial e, o da direita, o da fase final, do respectivo aluno.

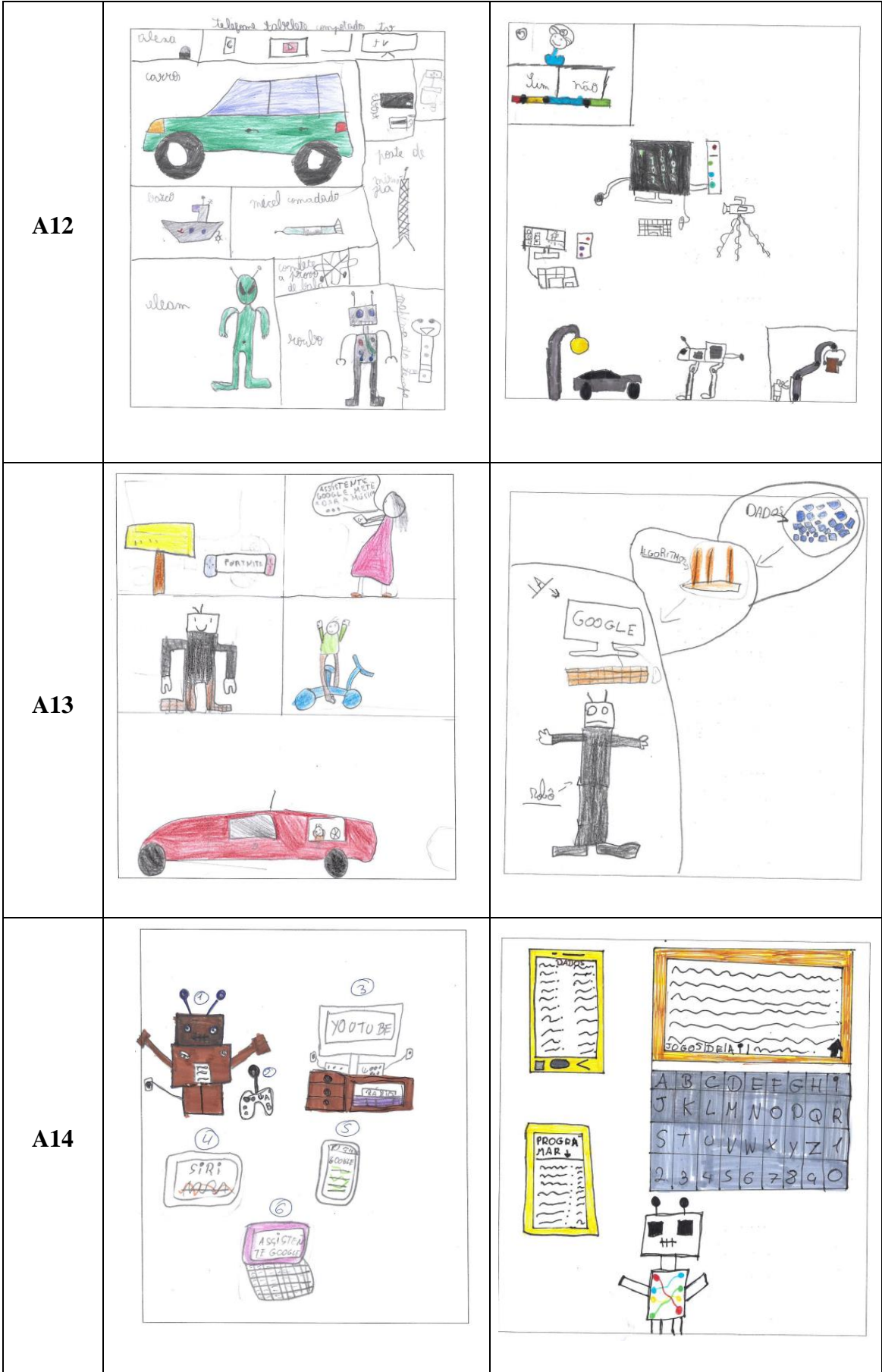
Tabela 11 - Desenhos elaborados pelos alunos, sobre o que é IA, no início e no fim do estudo

Aluno	Desenho inicial	Desenho final
A1		
A2		

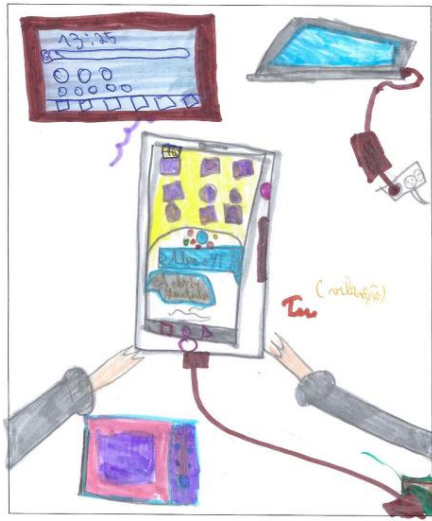
<p>A3</p>		
<p>A4</p>		
<p>A5</p>		

<p>A6</p>		
<p>A7</p>		
<p>A8</p>		

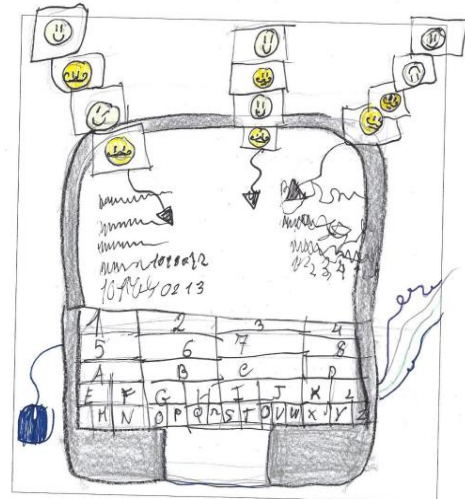
<p>A9</p>	<p>A hand-drawn diagram of computer hardware. At the top left is a monitor displaying 'WINDOWS XP'. To its right is a box labeled 'WATER COLLECTOR'. Further right are boxes for 'HD', 'WATER COLLECTOR', and 'MEMÓRIA'. Below these are 'HD EXTENSÃO', 'CPU', and 'MEMÓRIA RAM'. In the center is a yellow robot-like figure. To its right are boxes for 'WATER COLLECTOR', 'CPU', 'BATERIA', 'FORA TEMPERATURA', and 'MEMÓRIA RAM'. At the bottom is a large yellow rectangular block. On the far right is a yellow container labeled 'WATER COLLECTOR'.</p>	<p>A hand-drawn scene of a person sitting at a desk with a computer. A sign on the wall reads 'LINK GAMES CORPORATION'. Another sign on the right says 'Wagner D'ÁD' and 'Yasmin Assis'. A hand is shown holding a game controller in the middle panel.</p>
<p>A10</p>	<p>A hand-drawn illustration featuring a blue car, a person with a robot head, and a smartphone. The person has a box for a head and is holding a red stick. The smartphone screen shows a grid of icons.</p>	<p>A hand-drawn diagram with a red cross at the top. Below it are three vertical lines with text: 'Programa mais de redes', 'Programa mais de redes', and 'Programa mais de redes'. A small vertical diagram is on the left side.</p>
<p>A11</p>	<p>A hand-drawn illustration of a pink robot-like figure with a yellow face. To its right is a smartphone with a Wi-Fi symbol and a battery icon. Below the figure is another smartphone.</p>	<p>A hand-drawn illustration featuring a colorful vertical bar on the left and a person with a guitar on the right. The person is wearing a star on their shirt and holding a red guitar. Below them are some small icons.</p>



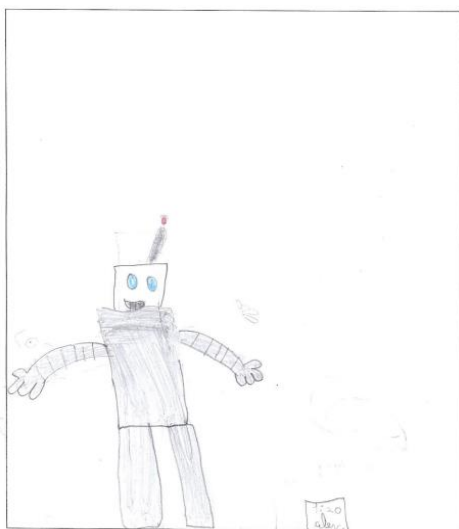
A15



A16

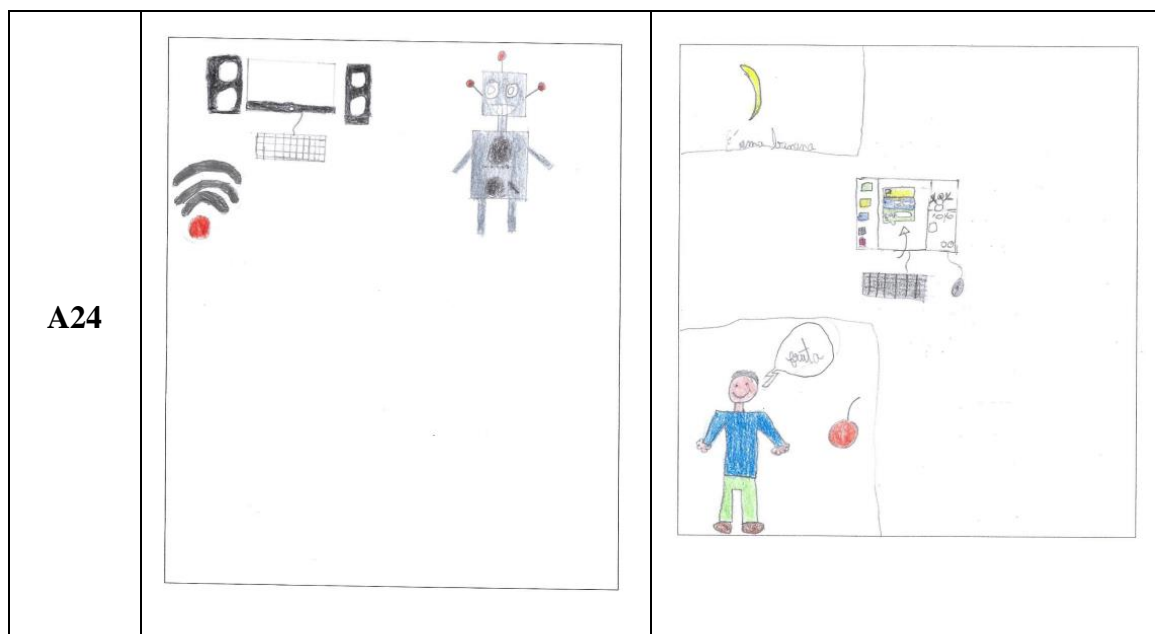


A17



<p>A18</p>		
<p>A19</p>		
<p>A20</p>		

<p>A21</p>		
<p>A22</p>		
<p>A23</p>		



Na tabela 12 fez-se a descrição do conteúdo dos desenhos elaborados por cada aluno, na primeira e na última fase do estudo, para nos permitir uma análise mais detalhada.

Tabela 12 - Descrição do conteúdo dos desenhos elaborados pelos alunos

Aluno	1º desenho	2º desenho
A1	Telemóvel com a Siri, Robot	Programa para a IA distinguir bicicleta de carro
A2	Robot, televisão, computador com a pesquisa no Google	Humano a pedir ao robot para limpar os vidros
A3	Tablet com a Assistente Google, computador com a Siri	Robot, telemóvel, computador portátil
A4	Telemóvel com o Google, tablet com a Siri e a Alexa	Programa para a IA distinguir diferentes tipos de rodas
A5	Telemóvel com Assistente Virtual	Robot
A6	Robot	Monitor com a palavra “Dados”
A7	Robot humanoide	Robot humanoide a ser programado
A8	Assistente Google	Robot a ser programado pelo <i>PictoBlox</i>
A9	Robot, tablet, computador e partes do computador	Dois alunos a programar no computador, telemóvel, jogos, Assistente Yasmin (inventada)
A10	Robot, Assistente Virtual, carro da Tesla	Pesquisas para base de dados e programação
A11	Robot, WiFi e rede infinitas, telemóvel	Algoritmo de programação
A12	Robots, mísseis, barcos, carro, Assistente Virtual, TV, Youtube, máquina do tempo...	Akinator, computador com código binário, algoritmo, cão robot, grua robótica, carro autónomo
A13	Carro autónomo, robot, jogo “Fortnite”, conversa com a Assistente Google	Dados, algoritmos, Google, Robot.

A14	Robot, Jogos, Youtube, Siri, Assistente Google	Dados, programação, robot
A15	Ordens para a Assistente Google no telemóvel	Menina a programar no computador, robot com um saco do lixo
A16	Robot sorridente ligado à eletricidade com um comando	Programação com emojis no computador
A17	Robot	Pessoa a inserir dados e a programar
A18	Robot, Assistente Google, Alexa jogos, televisão	Robot a ser programado com dados e algoritmo
A19	Robot a ser programado no computador e a dizer “olá”	Robot a limpar o oceano
A20	Telemóvel na mão, conversa com a Siri	Akinator, Siri, Alexa, Assistente Google, algoritmo da subtração
A21	Computador, telemóvel, filme,	Algoritmo com IA no PictoBlox
A22	Robot, GPS, internet, assistentes virtuais, objetos e carros modernos	Robot ligado a um computador com código binário e um microfone
A23	Robot aspirador, telemóvel, PlayStation	Menino com a palavra “dados” na camisola e um monitor com código binário
A24	Robot, computador, WiFi	Programa para a IA distinguir os frutos

Da análise dos desenhos e da leitura da tabela conseguimos verificar que, no desenho inicial, 17 alunos desenharam robots, 13 alunos desenharam assistentes virtuais em tablets ou telemóveis, 6 alunos desenharam computadores. Nestes primeiros desenhos, alguns alunos desenharam também a televisão, jogos, o sinal de *WiFi*, o *Youtube* e carros autónomos, entre outros. Apenas um aluno desenhou um robot ligado a um computador, a ser programado e um aluno desenhou um robot aspirador. No desenho final, 3 alunos desenharam robots isolados e 6 alunos desenharam robots a ser programados/comandados, 4 alunos desenharam pessoas a programar no computador, 10 alunos desenharam algoritmos de programação, tendo alguns a referência à IA e ao *PictoBlox* e 5 alunos escreveram também a palavra “dados”.

Desta análise verifica-se que, nos primeiros desenhos os alunos fizeram referência a algumas aplicações da IA na sociedade atual. Nos desenhos realizados após a implementação do projeto verifica-se que existe a noção dados, de algoritmos e programação da IA, é visível a intervenção humana neste processo e até, num caso, o uso da IA para resolver o problema da poluição dos oceanos.

Durante a implementação do estudo, as atividades dinamizadas contribuíram para a **evolução nas percepções dos alunos**, fazendo com que adquirissem novos conhecimentos sobre este tema. Destacamos a atividade “cães e gatos” em papel, com o tema “Como funciona a Machine Learning” onde foi pedido aos alunos que enumerassem as características que distinguiam as fotos de um cão e um gato, ou seja, se fossem um computador, como é que eles distinguiriam estes dois animais.

Nas figuras 33 e 34, apresentamos um exemplo dos registos de um aluno.

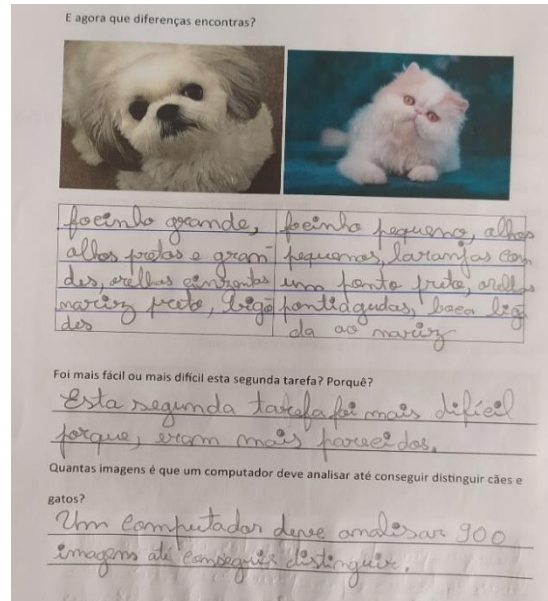
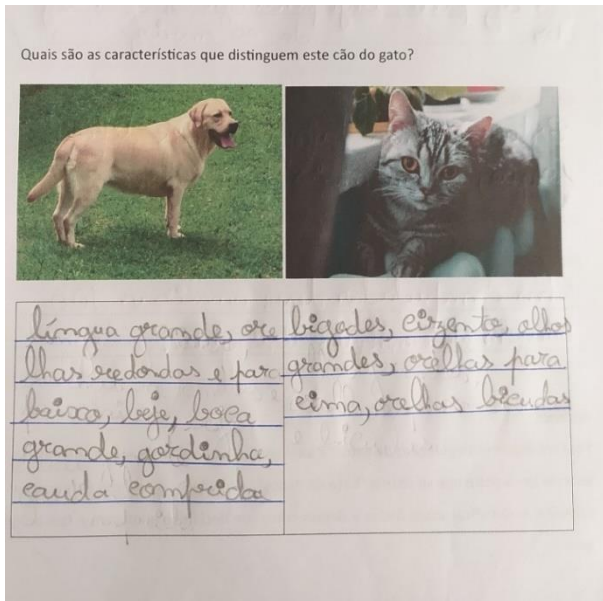


Figura 33 - Registo de um aluno na Ficha de trabalho - I Figura 34 - Registo de um aluno na ficha de trabalho -II

No diário de bordo e na grelha de observação registou-se o seguinte:

- Esta atividade suscitou um grande debate em grupo.
- Grande parte dos alunos chegou à conclusão que nas primeiras duas imagens era um pouco mais fácil distingui-los, porque os animais são muito diferentes, mas quando são mais parecidos, como nas segundas imagens, é mais complicado. Nesse caso, já não poderiam usar a cor nem o tamanho para os distinguir e até os focinhos eram mais parecidos.
- A maior parte dos alunos revelou dificuldade em encontrar as características descritivas próprias de cães e gatos.
- Concluíram que os cães têm o focinho e o nariz maiores os gatos têm uns olhos felinos e uns bigodes grandes.
- Concluíram que os comportamentos de ambos e facto de um ladrar e outro miar não poderia ser considerada nesta tarefa.
- Os alunos chegaram à conclusão que existem muitas raças de cães e gatos e que para treinar a IA a distingui-los, teriam de usar muitas fotos.
- Os alunos indicaram valores desde os 50 às 1000 fotos necessárias para treinar a IA com imagens, outros indicaram que seriam muitos milhares.

Com esta atividade os alunos adquiriram a noção de base de dados e abordaram a necessidade de enormes quantidades de dados para se treinar a IA.

No próximo ponto de análise iremos caracterizar a alteração das percepções dos alunos no que se refere ao conceito de IA, aplicações da IA na sociedade atual e futura e robots. Os dados das percepções dos alunos, recolhidos na entrevista inicial, entrevista final e no diário de bordo, nas fases antes e depois da implementação das atividades práticas, são apresentados na tabela 13, lado a lado para uma melhor interpretação.

Tabela 13 - Percepções dos alunos, no início e no final do estudo

Categoria	Antes da implementação das atividades	Após a implementação das atividades
Conceito de IA	<ul style="list-style-type: none"> - “robots” - “inteligência da internet” - “coisa que os humanos criaram, mas que tem vida própria” - “inteligência que não é nossa” - “tecnologia” - “assistentes virtuais” - “Internet” - “o Akinator é um génio” - “o Akinator é uma pessoa real” - “o Akinator adivinhou a personagem em que eu pensei” - “o Akinator tem dois monitores e elimina as personagens como no jogo Quem é quem” - “o Akinator é uma pessoa que usa um Bot para pesquisas rápidas e automáticas na internet” 	<ul style="list-style-type: none"> - “algoritmos programados por dados” - “algoritmos que aprendem com os dados que são postos pelos humanos” - “algoritmos treinados com dados” - “algoritmos e dados” - “algoritmos que são postos nos computadores para serem treinados” - “o Akinator não é magia” - “o Akinator é programado”
Conceito de algoritmo	<i>Nada a registar</i>	<ul style="list-style-type: none"> - “é um conjunto de ordens que os humanos metem no computador” - “é um conjunto do que eles precisam de fazer” - “é um conjunto de obrigações”
Aplicação da IA na sociedade atual	<ul style="list-style-type: none"> - “não sei” - “nos carros como por exemplo nas navegações, o GPS” - “Assistente Google” - “nos tablets, telemóveis, <i>PlayStations</i>, Xbox, micro-ondas, calculadora” - “em todas as redes eletrónicas” - “para nos informar” - “bloco de notas, calendário, e-mail” - “o meu pai tem um carro autónomo, mas eles nem sempre são muito confiáveis” - “o meu pai tem um Tesla, é um carro autónomo” - “eu acho que esses carros são aqueles que entram dentro de água e saem” 	<ul style="list-style-type: none"> - “na ciência” - “nos computadores, nos telemóveis, nos carros e em vários aparelhos tecnológicos” - “reconhecer o rosto, e detetar bactérias” - “assistente Google, carros, nos hospitais deteta melhor as bactérias que os humanos” “o nosso carro não é autónomo, é só dos que estaciona sozinho”

	<ul style="list-style-type: none"> - “eu acho que carros autônomos são carros que andam sozinhos” - “eu acho que os carros autônomos são carros voadores” 	
Robots e o pensamento	<ul style="list-style-type: none"> - “não têm cérebro de humano” - “podem não ter cérebro de humano, mas se calhar, podem pensar como nós” - “nós é que lhes controlamos a mente” - “há pessoas a controlá-los” - “não são livres para pensar porque são robots” - “uns podem pensar e outros não” - “são programados para serem assim” - “nós é que inventamos os códigos para eles fazerem as coisas. E se nós não existíssemos, os códigos não existiam e eles também não” - “eles não têm uma criatividade igual à nossa” - “os robots são da tecnologia e nós recebemos outras ideias” 	<ul style="list-style-type: none"> - “são programados” - “nós é que programamos” - “não pensam como nós, são dados que as pessoas metem” - “somos nós que programamos e eles não têm cérebro próprio para pensar” - “eles não são pessoas, são robots, não têm cérebro” - “eles são programados com os dados que nós os obrigamos a fazer” - “nunca vão ter uma imaginação tão criativa como a nossa”
Robots e as emoções	<ul style="list-style-type: none"> - “eu acho que alguns podem ter emoções e outros não” - “alguns são programados para isso” - “alguns robots podem ter emoções porque são programados por pessoas para sentirem emoções como nós” - “as assistentes virtuais também têm sentimentos, porque elas animam-nos” - “um dia, zanguiei-me com a Assistente Google, e disse que ela não me estava a ajudar e ela pôs uma mensagem só com emojis a chorar” - “Eu acho que sim porque nos filmes de robots eles têm emoções, mas eu acho que usaram os robots da vida real para fazerem esses filmes” - “eu já testei num robot normal, aqueles que se compram nos supermercados, por exemplo, e ele não sente, é como se não tivesse mente” 	<ul style="list-style-type: none"> - “só mostram emoções se nós metermos conjuntos de dados” - “se nós metermos lá para eles sentirem algumas emoções é que eles sentem” - “só mostram emoções se forem programados” - “eles não têm um sentido de humor próprio”
Robots, como substitutos de profissões do futuro	<ul style="list-style-type: none"> - “não, porque o trabalho de um Humano nunca será substituído por robots e nunca será igual” - “não, porque assim os Humanos ficariam sem trabalho” - “eu acho que não, mas na Internet eu já vi que podem substituir” - “na cozinha ou a limpar” - “eu acho que sim porque eu já ouvi uma teoria que no futuro todos nós vamos ser transformados em <i>cyborgs</i> para sobreviver aqui” 	<ul style="list-style-type: none"> - “os robots vão substituir os taxistas e os dentistas” - “cozinheiros porque vão existir máquinas que fazem a comida sozinha” - “um programador pode criar um robot que também seja programador” - “os bombeiros para os humanos não arriscarem a sua vida” - “sim, nos trabalhos mais perigosos” - “taxistas, pilotos de aviões e muitas mais” - “soldados robots e robots polícias”

	<ul style="list-style-type: none"> - “depende do trabalho porque alguns já estão a substituir, mas os humanos nunca vão ficar sem trabalho porque eles vão ter de construir os robots” - “sim porque a tecnologia vai avançando ao longo dos anos” - “eu acho que já há porque os astronautas estão a tentar ir até Marte, mas até agora só foram robots, então estão a substituir” - “é verdade que antigamente cortava-se a lã das ovelhas com a tesoura e agora há um robot para cortar lãs de ovelhas” - “alguns já estão a substituir como, por exemplo, o leite das vacas nem sempre é tirado pelo Homem” - “no futuro poderão fazer robots mais avançados, poderão fazer coisas tal como os humanos” 	<ul style="list-style-type: none"> - “os professores, porque vão girar uma alavanca giratória que tem uns fios ligados à cabeça dos alunos para elas aprenderem. O estudo entra automaticamente na cabeça” - “os professores, porque a Assistente Google a Alexa e a Siri podem ensinar-nos tudo”
<p>Aplicação da IA na sociedade do futuro</p>	<ul style="list-style-type: none"> - “não sei” - “para provar se algumas coisas estão certas do que nós sabemos hoje em dia” - “por exemplo, a servir uma pessoa” - “as tecnologias estão sempre a avançar. Os carros vão voar, vai haver robots por todo o lado e os humanos vão ficar ali a dormir” - “eu acho que a Internet no futuro não vai ser muito utilizada” - “eu acho que os transportes vão flutuar e as estradas vão nos levar para o céu se quisermos, e vai haver robots a ajudar-nos em todo o lado” - “eu acho que a Inteligência Artificial vai ser utilizada no futuro por “comandação” por voz, a dizer tipo “apaga as luzes”, aquilo vai apagar” - “vai ajudar-nos em todas as tarefas” - “eu acho que vão fazer tudo, mas na minha opinião não quero, porque pode fazer mal à saúde ficar muito tempo parado” - “já vi um filme em que todos os humanos foram para uma vida artificial” 	<ul style="list-style-type: none"> - “para separar o lixo e ajudar noutros trabalhos” - “para ajudar nos trabalhos mais perigosos para os humanos não terem tanta dificuldade” - “para ajudar o mundo” - “para nos ajudar por exemplo a limpar o lixo, a limpar o meio ambiente” - “ajudar nos trabalhos em casa” - “eu acho que ela vai ser bem usada para salvar vidas a fazer os trabalhos perigosos que os humanos não conseguem fazer” - “para ajudar os humanos em trabalhos perigosos, porque aos humanos, pode acontecer alguma coisa enquanto que se lhes acontecer alguma coisa podem ser reprogramados” - “podem ajudar aqueles que não conseguem andar, por exemplo” - “vai ser utilizada para trabalhos perigosos como por exemplo aquele robot que foi a Marte” - “pode ser muito útil, por exemplo em trabalhos em lugares com muitas coisas elétricas e pode queimar-se e tudo, mas a IA pode ter alguma coisa que faça com que não se queime” - “eu acho que a IA pode evoluir a ciência, muito” - “eu acho que a IA pode ser usada para reutilizar o lixo e limpar o oceano”

<p>Conhecimento sobre IA no futuro</p>	<ul style="list-style-type: none"> - “acho que não é necessário” - “ninguém vai poder substituir um humano e um humano também só precisa saber aquilo que é importante para a vida dele” - “não porque cada um tem os seus direitos. Não é alguém que escolhe o nosso trabalho quando somos adultos” - “não porque todo o conhecimento está nos livros” - “não porque não somos obrigados a saber o que nós não sabemos” - “eu acho que sim porque pode ser obrigatório” - “devemos estar sempre atualizados e a Inteligência artificial pode-nos ajudar com informações” - “eu acho que aqui já toda a gente viu o filme do Wall-E e sabe o que vai acontecer se nós ficarmos cada vez mais agarrados à Internet” 	<ul style="list-style-type: none"> - “sim porque se não eles vão pensar que é magia como nós dantes no Akinator” - “sim porque se não podem achar estranho e toda a gente tem de saber o que é e as utilidades que dá para fazer” - “sim porque é importante saber como as coisas funcionam” - “sim porque é importante as pessoas estarem atualizadas” - “sim porque a IA ajuda-nos muito” - “sim porque se não as pessoas vão ficar confusas e pensar que é magia ou que é bruxaria” - “sim porque pode ajudar em trabalhos perigosos” - “sim porque pode nos ajudar ao longo da vida” - “sim porque se não as pessoas não sabem o que aquilo é nem para que aquilo serve”
<p>Ética e a IA</p>	<p><i>Nada a registar</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - “os humanos que devem programar a IA deve ser uma boa pessoa e deve ter cuidado para não por coisas más, como comentários racistas ou outras coisas assim” - “eu acho que quando se programa a IA, tem de ser uma pessoa boa para programar coisas para fazer o bem e tem de estar muito atenta para não se enganar porque se se enganar depois dá uma grande estrumeira” - “eu acho que devemos ser cuidadosos a programar a IA porque depois podem acontecer coisas más” - “deve ser uma pessoa boa para não ter lá insultos que ofendam as pessoas” - “eu acho que deve ser uma pessoa experiente e boa para não meter dados maus” - “eu acho que deve ser uma boa pessoa, humilde e não” - “eu acho que deve ser uma pessoa muito boa e com muita atenção que se ela não conseguir treinar muito bem a IA em vez de ajudar pode fazer o mal” - “eu acho que deve ser uma pessoa boa e que respeite as diferenças de todos, não vai destruir, por exemplo, todos os peixes vermelhos quando existem vários”

Durante as entrevistas, as questões foram colocadas ao grupo turma e os alunos foram respondendo, conforme a sua vontade, sendo que alguns alunos não tinham opinião sobre o tema e/ou não queriam responder.

Pela análise dos resultados, verificamos que, relativamente ao **conhecimento dos alunos sobre o conceito de IA**, nota-se uma evolução, pois na primeira entrevista e nos desenhos que elaboraram os alunos referiram algumas aplicações da IA, algumas corretas e outras incorretas, e nas declarações e desenhos finais, já estão mais próximos da definição correta, surgindo as noções de “algoritmo”, “dados” e a representação da “programação”.

Sobre **as aplicações da IA na sociedade atual**, inicialmente os alunos revelaram algum conhecimento sobre o tema, referindo algumas aplicações da IA, como as Assistentes Virtuais e os robots, mas também referiram e desenharam vários aparelhos eletrônicos sem interligação com o tema, transmitindo um pouco a ideia generalizada de que, se algo envolve tecnologia, então tem IA. Apesar das referências corretas a aplicações atuais da IA, os alunos demonstraram pouco ou nenhum conhecimento sobre o funcionamento das assistentes virtuais e sobre o jogo do *Akinator*, que chegou a ser classificado de “magia”.

Inicialmente, a maioria dos alunos referiu que os robots são programados, mas alguns alunos ainda acreditavam que estes poderiam pensar como os seres humanos e expressar emoções. No final, aos alunos responderam de forma unânime que os robots não pensam como os humanos nem têm emoções, pois são programados.

Notou-se, então, uma evolução no conhecimento das aplicações de IA no presente, com os alunos a referirem a ciência, o reconhecimento facial ou os diagnósticos médicos, entre outras.

No que se refere **à importância da aquisição de conhecimentos sobre IA no futuro**, registou-se uma grande mudança pois, inicialmente, a maioria dos alunos não achava necessário e, no final, todos lhe reconheceram uma importância fundamental.

Quanto às **aplicações da IA na sociedade futura**, inicialmente, os alunos foram referindo algumas ideias que retiraram de filmes ou desenhos animados sobre o futuro com robots, com tecnologia muito avançada, que ficaram a povoar o seu imaginário. Se, no início do estudo, alguns alunos achavam que algumas profissões não serão substituídas por robots, no final, responderam com mais certezas, enunciando várias hipóteses, algumas das quais bastante interessantes. Neste ponto de análise registou-se uma diferença bem vincada, relativamente à primeira entrevista, com os alunos a reforçarem o papel que a IA deve ter, na ajuda aos seres humanos e ao planeta.

Relativamente **às suas potencialidades**, os alunos demonstraram, através das suas respostas e dos seus desenhos, que consideram que a IA terá um papel fundamental **no futuro da humanidade**, ao salvar vidas e resolver problemas globais, com muitas referências ao problema da poluição.

Após a implementação das atividades, os alunos expressaram preocupações **éticas**, referindo de forma unânime a importância de se programar a IA com responsabilidade, bons valores e para o bem da Humanidade.

Em síntese, podemos referir que, as atividades promovidas, fizeram com que os alunos adquirissem conhecimentos sobre a IA, adaptados ao seu ano de escolaridade. Assim sendo, registou-se uma evolução positiva nas perceções dos alunos, sobre a IA no presente, no futuro e sobre as suas potencialidades para o bem da humanidade, não esquecendo as questões éticas.

6. Conclusão

No capítulo anterior fez-se a apresentação e análise dos resultados obtidos neste estudo. Chegamos, assim, à altura de refletir sobre o trabalho realizado, em articulação com todos os capítulos anteriores, tendo como orientação o ponto de partida deste estudo, ou seja, os seus objetivos. De seguida, como conclusão deste estudo, serão feitas as considerações finais, identificadas as limitações da investigação e serão, ainda, apresentadas sugestões para investigações futuras.

As tecnologias digitais, que passaram a dominar o mundo, foram entrando também nas salas de aula, modificando metodologias, facilitando processos e exigindo uma mudança da escola tradicional e uma adaptação à sociedade digital, onde já não se ensina nem se aprende da mesma maneira.

A IA é comprovadamente um dos temas mais emergentes da sociedade atual, estando presente nas nossas vidas de várias formas e até influenciando as nossas tomadas de decisão. São vários os indicadores das tendências tecnológicas mundiais do futuro, que apontam a ascensão da IA dando-nos, assim, orientações para nos prepararmos para esta realidade. A IA encontra-se no topo da Curva de Gartner (2021) e várias tecnologias a si associadas, encontram-se em sentido ascendente. Em 2021 o *World Economic Fórum*, publicou o seu “*Future of Jobs Report*”, já atendendo ao impacto da pandemia mundial, no qual se encontra uma lista com as profissões do futuro, para lá do ano 2030, nas quais a IA será, previsivelmente, parte integrante.

A escola tem o papel de preparar os alunos para esse mundo tecnológico, não podendo ignorar as evidências, implementando, definitivamente, uma escola de competências, abordando

temáticas emergentes desde o início da escolaridade. É, então, necessária e urgente uma mudança na escola e nos currículos, que responda às necessidades dos cidadãos e que os prepare para um futuro incerto. O atraso no currículo, faz com que, o que as crianças estão a aprender hoje na escola, fique aquém das exigências do mercado do trabalho do futuro, o que pode conduzir a uma lacuna na produtividade e na prosperidade (OCDE, 2020).

O potencial da IAED afigura-se promissor e necessário. Por um lado, porque podem ser aproveitadas as potencialidades da IA para promover a aprendizagem e por outro, porque é necessário desenvolver, nos alunos, competências de IA, visando prepará-los para um futuro, social e laboral, ainda mais tecnológico. Num relatório recente, a OCDE (2022) aponta a IA como uma tendência que terá um papel cada vez mais impactante na educação. Noutro relatório, esta mesma organização, traçou quatro cenários para o futuro da educação, sendo que, em dois deles a IA mudará o papel do professor e do aluno (OCDE, 2020). Por outro lado, num relatório em que também se traçam previsões para o futuro da educação, a UNESCO (2021) defende que, apesar do potencial transformador IA, o papel do professor não desaparecerá e continuará a ser fundamental.

Ao longo deste estudo, deparámo-nos com a falta de estudos e aplicações práticas da IA no Ensino Básico, atestada também por alguns investigadores (Zhang & Aslan, 2021). Existem mesmo estudos que referem a existência de um grande desfasamento entre a teoria e a aplicação prática da IAED (Chen & et al, 2020) e outros autores referem, ainda, que há uma grande diferença entre todas as expectativas, perante o potencial da IA e a realidade (Bates et al, 2020).

Tendo por base a revisão de literatura, foram criadas práticas de aprendizagem de IA, através da implementação de uma planificação, que abrangeu uma diversidade de atividades e plataformas, contemplando os domínios do conhecimento, capacidades e atitudes. Também foram elaborados tutoriais de programação no *PictoBlox* e fichas de trabalho pertinentes para a prossecução dos objetivos delineados.

Na recolha das preconcepções dos alunos sobre a IA, verificou-se que, inicialmente, os alunos associavam diretamente a IA a tecnologias emergentes, desconhecendo, na sua maioria, aplicações da IA na sociedade atual e não lhe reconheceram muita importância. Alguns alunos acreditavam que os robots podem pensar e ter emoções. Tal como no estudo de Druga (2018), também nesta investigação verificamos através da análise das preconcepções sobre a IA, que as crianças interagem de forma natural com as Assistentes Virtuais, personificando-as de forma empática e amistosa, o que as pode deixar vulneráveis à invasão de privacidade.

Da análise dos resultados, também podemos concluir que os alunos participaram sempre de forma interessada nas atividades práticas, o que está de acordo com o estudo de Bento *et al.*

(2022) onde foi sugerido que os estudantes estão recetivos à exploração da IA com o *PictoBlox*. Tal como Caruso e Cavalheira (2021) referiram, a integração entre o PC e IA é um elemento motivador para as crianças o que pode justificar os altos níveis de motivação registados ao longo deste estudo. Os alunos planificaram o trabalho, em grupo, e colaboraram com os colegas, na criação conjunta dos produtos digitais. Os grupos programaram no *Pictloblox*, com facilidade, utilizando as extensões de IA e seguindo os tutoriais. Os alunos revelaram criatividade na criação dos trabalhos de grupo e os seus níveis de autonomia, competência de IA e colaboração, na realização das atividades de IA, aumentaram.

As atividades promovidas, fizeram com que os alunos adquirissem conhecimentos sobre a IA, adaptados ao seu ano de escolaridade. Assim sendo, registou-se uma evolução positiva nas conceções dos alunos sobre a IA, bem como as suas potencialidades presentes e futuras ao serviço da humanidade, tendo em atenção o respetivo enquadramento ético. Os resultados estão em linha com as conclusões do estudo *“Why and What to Teach: AI Curriculum for Elementary School”* (Kim et al, 2021) pois esta investigação também contribuiu para o desenvolvimento da literacia em IA dos alunos.

Em síntese, com este estudo conseguimos demonstrar que é possível introduzir a IA em contextos de aprendizagem no 1.º CEB. Ficou também, para nós, evidente que com uma planificação clara e integrando nas práticas educativas atividades de IA, conseguem-se inovar nas práticas pedagógicas, envolvendo os alunos e contribuindo para a sua capacitação e adaptação a uma sociedade futura, cada vez mais tecnológica. Chegamos à conclusão de que os objetivos deste estudo foram atingidos, pois criaram-se práticas educativas de IA no 1º CEB e, de certo modo, colmatou-se o desfasamento temporal ao nível do currículo. Apesar de não existirem documentos oficiais sobre a IA para o 1.º CEB, esta investigação vai ao encontro das “Orientações Curriculares para as Tecnologias da Informação e Comunicação” (DGE, 2018), das Novas Aprendizagens Essenciais de Matemática (2021) e procura ir mais além, propondo uma planificação de atividades adaptada a este nível de ensino.

6.1. Limitações do estudo

Após as considerações finais do estudo, cumpre-nos refletir e iremos assinalar algumas limitações que foram consideradas relevantes.

A limitação temporal deve ser registada, uma vez que, para o aprofundamento do tema seriam necessárias mais sessões, mesmo com a mesma planificação. Os alunos foram

demonstrando muito interesse e vontade em continuar o projeto fora do calendário estipulado, no entanto, isso não seria possível, dada a pressão cumprir os densos programas curriculares e o cumprimento de outras atividades planificadas no Plano Anual de Atividades da escola e do Agrupamento de escolas. Reconhecemos que, se tivéssemos mais tempo para o trabalho de grupo, os alunos poderiam explorar mais livremente a sua criatividade e talvez os resultados fossem ainda mais significativos, em alguns pontos de análise.

Também é de referir a limitação ao nível da organização dos computadores, que tinham de ser retirados de caixas, de cada vez que foram utilizados, por não existir um espaço, na escola, onde pudessem estar acessíveis a qualquer momento. Assim como, a falta de outras infraestruturas como tomadas para todos os computadores. Estas questões, limitaram ainda mais o tempo disponível para a implementação das atividades práticas.

No início do estudo não existia bibliografia específica sobre a temática da IA no ensino básico, no entanto, ao longo do ano de 2022, principalmente, notou-se um grande incremento, o que demonstra o interesse pela temática.

Uma outra limitação assinalável, foi o facto de não existirem orientações oficiais para a implementação da IA no 1.º CEB, nem tutoriais do PictoBlox, adequados às atividades pretendidas, em português. No entanto, esta limitação conduziu à criação dos mesmos, pelo que poderá ser um ponto a favor deste estudo.

6.2. Propostas para estudos posteriores

Neste estudo registou-se que a atividade prática preferida dos alunos foi a “Cães e gatos 2”, em que treinaram a IA com a voz. Deste modo, sugere-se um estudo que vá nesta linha de atuação e que se investigue a criação de *chabots*, com os alunos do 1.º CEB.

Dada a pertinência deste tema na sociedade atual e futura, e os bons resultados obtidos com este estudo, sugere-se a implementação deste estudo em mais turmas, de um mesmo agrupamento de escolas ou até em vários agrupamentos, para existir uma maior triangulação de dados, mediante diferentes contextos escolares. Também seria pertinente uma dinamização das atividades ao longo do ano letivo. Por exemplo, poderão dividir-se as atividades planificadas por períodos letivos e, assim, já existirá tempo para aprofundar os conhecimentos. Neste caso, será necessário reformular a planificação e incluir outras plataformas de aprendizagem de IA como, por exemplo, explorar a vertente IA do *Scratch*.

7. Referências bibliográficas

- Alfonseca, M., Cebrian, M., Anta, A. F., Coviello, L., Abeliuk, A., & Rahwan, I. (2021). Superintelligence cannot be contained: Lessons from Computability Theory. *Journal of Artificial Intelligence Research*, p. <https://doi.org/10.1613/jair.1.12202>.
- Area M., M. (2002). La integración escolar de las nuevas tecnologías: entre el deseo y la realidad. *Organización Y Gestión Educativa, nº 6, Revista Del Forum Europeo De Administradores De La Educacion*, pp. 14-18.
- Baker, T., Smith, L., & Anissa, N. (2019). *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*. UK: Nesta.
- Barros, G., Júnior, G. V., Fileni, C. H., Martins, G. C., Lima, B., Sílio, L. F., . . . Passos, R. P. (2019). *Livre - Pensar Você está preparado para a Educação 5.0? Are you ready for Education 5.0?* Obtido de https://www.researchgate.net/publication/337670234_LIVRE-PENSAR_VOCE_ESTA_PREPARADO_PARA_A_EDUCACAO_50_Are_you_ready_for_Education_50
- Bates et al. (2020). Can artificial intelligence transform higher education? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s41239-020-00218-x.pdf>. Obtido de <https://educationaltechnologyjournal.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s41239-020-00218-x.pdf>
- Bautista, D. L. (2017). El diario del profesor: herramienta de investigación y transformación de la práctica docente. *Revista colombiana de rehabilitación*, 112.
- Bento et al. (2022). Computational thinking training using Pictoblox: exploratory study os students os primary degree. *International Conferences Internet Technologies & Society 2021*, https://www.researchgate.net/publication/357537989_COMPUTATIONAL_THINKING_TRAINING_USING_PICTOBLOX_EXPLORATORY_STUDY_WITH_STUDENTS_OF_PRIMARY_DEGREE.
- Bird, C. M. (2005). How I Stopped Dreading and Learned to Love Transcription. *Qualitative inquiry*.
- Blanco , A. (2009). *Desarrollo y Evaluación de Competencias*. Narcea, S.A Ediciones.
- Bogdan, R. C., & Bilken, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto Editora.
- Caruso, A. L., & Cavalheiro, S. A. (2021). Integração entre Pensamento Computacional e Inteligência Artificial: Uma revisão sistemática de literatura. *X Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2021)*.
- Castañeda, L., & Selwyn, N. (2018). More than tools? Making sense of the ongoing digitizations of higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*.
- CE. (2018). *DigComp*. Publications Office of the European Union.

- CE. (2018). *DigCompEdu - Quadro Europeu de Competencia Digital para Educadores*.
https://area.dge.mec.pt/download/DigCompEdu_2018.pdf: Universidade de Aveiro.
- CE. (2019). *A definition of AI: Main Capabilities and disciplines*. Bruxelas: European Commission.
- CE. (2019). *Key competences for lifelong learning*. Publications Office.
- CE. (2020). *Agenda de Competências para a Europa*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0274&>.
- CE. (2020). *Digital Education Action Plan (2021-2027)*. Obtido de European Education Area:
<https://education.ec.europa.eu/focus-topics/digital-education/about/digital-education-action-plan>
- Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H., & Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research. *TechTrends*, 616-630.
- Chen, X., & et al. (2020). Intelligence, Application and theory gaps during the rise of Artificial. *Computers and Education: Artificial Intelligence*,
<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2666920X20300023?token=12442F2CAB8636C124703D2EC8C3FB139D82204B5035A98C06C28C9130879B78E01862554225DCAD0953331F9F7D1FEC&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220209192730>.
- CNE. (2016). *Aprendizagem, TIC e Redes Digitais*. Obtido de
https://www.cnedu.pt/content/edicoes/seminarios_e_coloquios/LIVRO_TIC_RedesDigitais.pdf
- CNE. (dezembro de 2021). As escolas também “aprendem”! *Estado da Educação 2020 - Conselho Nacional da Educação (CNE)*.
- Coll, C. (2007). Las competencias en la educación escolar: mucho más que una moda y mucho menos que un remedio. *Aula de Innovación Educativa*. Núm. 161.
- Coll, C. (2013). La educación formal en la nueva ecología del aprendizaje: tendencias, retos y agenda de investigación. *Aprendizaje y educación en la sociedad digital*.
- Conselho de Ministros - Governo de Portugal. (2020). *Diário da República*. Obtido de Resolução do Conselho de Ministros n.º 30/2020, de 21 de abril:
<https://dre.pt/dre/detalhe/resolucao-conselho-ministros/30-2020-132133788>
- Costa, F. A., Rodriguez, C., Cruz, E., Gomes, N., Santos, C. R., Viana, J., . . . Fradão, S. (2013). A caminho de uma escola digital. *Conference: VIII Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Challenges 2013: Aprender a qualquer hora e em qualquer lugar, learning anytime anywhere*.
- Damião, M. H. (2019). A que futuro conduz o “Currículo do Futuro”? Acerca da premência de inovar na educação escolar. *Revista portuguesa de pedagogia*, pp. 63-80.
- Denning, P., & Tedre, M. (2016). The long quest for computational thinking. . *Proceedings of the 16th Koli calling international conference on computing*, p. 121.

- Denzin, N. K. (1970). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods*. Chicago: Aldine.
- DGE. (2018). Orientações Curriculares para as Tecnologias de Informação e Comunicação . P. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/1_ciclo/oc_1_tic_1.pdf.
- DGE. (2021). *Autonomia e Flexibilidade Curricular - Projeto MALA*. Obtido de <https://afc.dge.mec.pt/projeto-maia/ideias-fundadoras-e-dimensoes>
- DGE. (2021). *Novas Aprendizagens Essenciais de Matemática*. Obtido de <http://aem.dge.mec.pt/pt>
- DGE. (25 de 1 de 2022). *Direção-Geral da Educação*. Obtido de Aprendizagens Essenciais: <https://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-0>
- Dias, I. S. (2010). *Competências em educação: conceito e significado pedagógico*. Obtido de SciELO Brasil : <https://www.scielo.br/j/pee/a/XGgFPxFQ55xZQ3fXxctqSTN/>
- Dias-Trindade et al. (2021). *Evaluation of the teachers' digital competences in primary and secondary education in Portugal with DigCompEdu CheckIn in pandemic times*. Obtido de <https://estudogeral.uc.pt/handle/10316/100951>
- Driessnack, M. (2005). Children's Drawings as Facilitators of Communication: A Meta-Analysis. *Journal of Pediatric Nursing*, 415- 423.
- Druga, S. (2018). *Growing up with AI - Cognimates: from coding to teaching machines*. Massachusetts Institute of Technology.
- Duncan, P. A. (2013). *Drawing as a Method for Accessing Young Children's Perspectives in Research*. Escócia: University of Stirling.
- Economist, T. (6 de Maio de 2017). Obtido de <https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data>
- Elliott, A. (2019). *The Culture of AI: Everyday Life and the Digital Revolution*. Routledge.
- Europeia, C. (2022). *DigComp 2.2 - The Digital Competence Framework for Citizens*. Publications Office of the European Union.
- Explore Crete. (s.d.). Obtido de Archaeology, Mythology and History of Crete : Talos: <https://www.explorecrete.com/mythology/talos.html>
- Figueiredo, A. D. (25 de 8 de 2020). *O imperativo de uma escola para a autonomia*. Obtido de António Dias de Figueiredo (PT): <https://adfig.com/pt/?p=623>
- Flick, U. (2016). *An introduction to qualitative research (6th edition)* . London: Sage.
- Flores, I. (21 de 10 de 2021). *A sala de aula já saiu do século XIX*. Obtido de Observador: <https://observador.pt/opinia0/a-sala-de-aula-ja-saiu-do-seculo-xix/>

- Gartner. (2021). Obtido de Smarter with Gartner:
<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-themes-surface-in-the-2021-hype-cycle-for-emerging-technologies>
- Gartner. (2021). *Gartner Top Strategic Technology Trends for 2021*. Obtido de
<https://www.gartner.com/smarterwithgartner/3-themes-surface-in-the-2021-hype-cycle-for-emerging-technologies>
- Godinho, J. V. (2018). A utilização da ferramenta digital Web 2.0 - «QR Code» - no 1.º CEB: Investigação na Prática de Ensino Supervisionada. pp. 60-66. Obtido de A utilização da ferramenta digital Web 2.0 - «QR Code» -.
- Google Trends. (23 de maio de 2021). Obtido de
<https://trends.google.com/trends/explore?q=AI&geo=US>
- Governo do Québec. (2020). *Digital Competency Framework*. Obtido de Quebec - Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur:
<http://www.education.gouv.qc.ca/en/current-initiatives/digital-action-plan/digital-competency-framework/>
- Granatyr, J. (2018). *LA Forte x LA Fraca*. Obtido de Expert Academy:
<https://iaexpert.academy/2017/01/17/ia-forte-x-ia-fraca/>
- Ho, J., & Scadding, M. (2019). Classroom Activities for Teaching Artificial Intelligence to Primary School Students.
- Holmes et al. (2019). Artificial Intelligence in Teaching (AIT): A road map for future developments. Universidade Aberta.
- Holmes, W. (2021). *The Future of AI in Higher Education*. Obtido de
<https://www.youtube.com/watch?v=LX1IdU3A2u8>
- Holmes, W. (6 de novembro de 2021). Wayne Holmes, experto en inteligencia artificial: "Se debería estar investigando en un exoesqueleto para maestros en lugar de tutorías inteligentes". (J. A. Aunió, Entrevistador)
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence In Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Center for Curriculum Redesign.
- Holmes, W., Persson, J., Chounta, I.-A., Wasson, B., & Dimitrova, V. (2022). *ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION - A critical view through the lens of human rights, democracy and the rule of law*. Paris: Council of Europe.
- IBM. (3 de junho de 2020). IBM. Obtido de IBM Cloud Learn Hub:
<https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>
- ISTE. (2017). *ISTE Standards - A Guide for Teachers and Educators*. USA: International Society for Technology in Education.
- Jiao, P., & Ouyang, F. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X2100014X>.

- Junior, C., & Baracho, R. (2019). Educação 3.0: A educação da 4ª revolução industrial. Em *Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia* (pp. 22-30). João pessoa: UFMG.
- karqur et al. (https://www.academia.edu/6233778/Report_about_Akinator de 2014). Akinator. University of Adrar, Algeria.
- keats et al. (2007). *First Monday*. Obtido de The genesis and emergence of Education 3.0 in higher education and its potential for Africa: <https://firstmonday.org/ojs/index.php/fm/article/view/1625/1540>
- Kim et al. (2021). Why and What to Teach: AI Curriculum for Elementary School. *The Thirty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-21)*.
- Kurzweil, R. (2005). *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology*. UK: Penguin Books.
- Laborinho et al. (2020). *Miradas sobre educação na Ibero-América. Competências para o século XXI na Ibero-América*. Madrid: Organização de Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI).
- Le, J. (2017). *The 10 Deep Learning Methods AI Practitioners Need to Apply*. Obtido de Data Notes: <https://data-notes.co/the-10-deep-learning-methods-ai-practitioners-need-to-apply-885259f402c1>
- Leão, D. (1996). Paradigmas Contemporâneos de Educação: Escola tradicional e Escola construtivista. *Cadernos de Pesquisa, nº 107*, p. 192.
- Lengel, J. (7 de outubro de 2012). Entrevista com Jim Lengel. (R. <https://planetapontocom.org.br/revista/entrevistas/entrevista-com-jim-lengel>, Entrevistador)
- Lengel, J. G. (2013). *Education 3.0 - Seven Steps to better schools*. Columbia University : Teachers College.
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI Literacy? Competencies and Design.
- MacCarthy, J. (24 de novembro de 2004). *What is Artificial Intelligence*. Obtido de https://homes.di.unimi.it/borghese/Teaching/AdvancedIntelligentSystems/Old/IntelligentSystems_2008_2009/Old/IntelligentSystems_2005_2006/Documents/Symbolic/04_McCarthy_whatissai.pdf
- McCarthy, J., Minsky, M., Rochester, N., & Shannon, C. (1955). *A proposal for the Dartmouth summer research project on Artificial Intelligence*.
- McCordle, M., & Fell, A. (2020). *Understanding Generation Alpha*. Austrália: McCordle Research Pty Ltd.
- Meirinhos, M. (2000). A escola perante os desafios da Sociedade da Informação.
- Meirinhos, M., & Osório, A. (2010). O estudo de caso como estratégia de investigação em educação. *EDUSER*.
- Meirinhos, M., & Osório, A. (15 de julho de 2011). O advento da escola como organização que aprende: a relevância .

- Microsoft. (2022). *Azure*. Obtido de <https://azure.microsoft.com/pt-pt/overview/what-is-machine-learning-platform/>
- Mónico, L. S., Alferes, V. R., Castro, P. A., & Parreira, P. M. (2017). A Observação Participante enquanto metodologia de investigação qualitativa. >*Investigação Qualitativa em Ciências Sociais V3*, 724-733.
- Neves, M. (2021). *Uma (pequena) história? A IA na Educação - TEDxOeirasED*. Obtido de <https://www.youtube.com/watch?v=29IWfw-omp4>
- Neves, M., Tugyan, A., & Lascaris, G. (2021). *Aprender na era das máquinas inteligentes*. Obtido de <https://codeweek.eu/training/learning-in-the-age-of-intelligent-machines>
- Observatório de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey. (2015). *Educación basada em competências*. Tecnológico Monterrey.
- OCDE. (2018). *The future of education and skills. Education 2030. The future we want*. [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf).
- OCDE. (2019). Obtido de What are the OECD Principles on AI?: <https://www.oecd.org/going-digital/ai/principles/>
- OCDE. (2019). *PISA ICT Framework 2021*. https://www.oecd.org/pisa/sitedocument/PISA-2021-ICT-framework.pdf?fbclid=IwAR2CBpWEbbEmLTI_TvD825T0n6M2OVIFjzDcdrj4PE3TkHfIKrQESMr0LH0.
- OCDE. (2019). *Stratégie 2019 de l'OCDE sur les compétences*. OCDE iLibrary.
- OCDE. (2020). *“Back to the Future of Education: Four OECD Scenarios for Schooling”*.
- OCDE. (2020). *What Students Learn Matters, Towards a 21st Century Curriculum*. https://www.oecd-ilibrary.org/education/what-students-learn-matters_d86d4d9a-en.
- OCDE. (4 de fevereiro de 2021). *OECD Education and Skills Today*. Obtido de Artificial intelligence and what it means for education tomorrow: <https://oecdeditoday.com/artificial-intelligence-what-it-means-for-education/>
- OCDE. (2022). *“Trends Shaping Education 2022*. <https://www.oecd.org/education/ceri/trends-shaping-education-22187049.htm>.
- OCDE. (2022). *Trends Shaping Education- 2022*. Obtido de <https://www.oecd.org/education/ceri/trends-shaping-education-22187049.htm>
- Ortega, H. M. (2020). REFLEXIÓN/INTRODUCCIÓN AL ARTÍCULO DE COLL Y MARTÍN (2006). *Revista de Estudios Curriculares n° 11, vol. 2*.
- Pacheco, J. (16 de 08 de 2016). *Conti Outra*. Obtido de <https://www.contioutra.com/jose-pachecoaulas-no-seculo-xxi-sao-um-escandalo-com-aulas-ninguem-aprende/>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms - Children Computers And Powerfu Ideas*. New York : Basic Books Inc. Publishers.

- Pedro, N., & Vieira, C. R. (2022). TIC na formação inicial de professores em Portugal: na busca de um estado da arte. *Revista e-curriculum*, pp. 347-371.
- Pereira, S., & Pereira, L. (2011). *Políticas tecnológicas educativas em Portugal: do Projecto Minerva à Iniciativa e-Escolinha*. Obtido de <http://www.lasics.uminho.pt/OJS/index.php/lmc/article/viewFile/461/508>
- Porlán, R., & Martín, J. (1997). *El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla: Díada.
- Rahim, M. N. (2021). *Post-Pandemic of Covid-19 and the Need for Transforming Education 5.0 in Afghanistan Higher Education*. Obtido de https://www.researchgate.net/publication/350504403_Post-Pandemic_of_Covid-19_and_the_Need_for_Transforming_Education_50_in_Afghanistan_Higher_Education
- Reilly, P. (23 de Julho de 2022). *Google fires software engineer who claimed AI bot was 'sentient'*. Obtido de New York Post: <https://nypost.com/2022/07/23/google-fires-software-engineer-blake-lemoine-who-claimed-ai-bot-was-sentient/>
- Riessman, C. K. (1993). *Narrative analysis*. Sage Publications, Inc.
- Santos, J. M., Almeida, M., & Celina, A. A. (2021). *Computational Thinking in Elementary School in the Age of Artificial Intelligence: Where is the Teacher?* Obtido de https://www.researchgate.net/publication/356835415_Computational_Thinking_in_Elementary_School_in_the_Age_of_Artificial_Intelligence_Where_is_the_Teacher
- Sebarroja, J. C. (2002). *A aventura de inovar - A mudança na escola*. Artmed Editora.
- Shamir, G., & Levin, I. (2021). Teaching machine learning in elementary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, p. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212868921000994?via%3Dihub>.
- Shubhendu, S. S., & Vijay, J. (2013). Applicability of Artificial Intelligence in Different. *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, pp. 28-35.
- Tofler, A. (1970). *Future Shock*. New York: Random House.
- Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, pp. 433-460.
- Ulam, S. (1958). JOHN VON NEUMANN. *American Mathematical Society*.
- UNESCO. (2018). *ICT Competency Framework for Teachers - Version 3*. UNESCO.
- UNESCO. (2019). Obtido de Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>
- UNESCO. (2021). *AI and education: guidance for policy-makers*. Obtido de UNESCO Digital Library: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>
- UNESCO. (8 de novembro de 2021). *Comissão Nacional da UNESCO*. Obtido de <https://unescoportugal.mne.gov.pt/pt/temas/construir-sociedades-do-conhecimento>

- UNESCO. (2021). *Reimagining our futures together: a new social contract for education*. Unesco.
- UNESCO. (2022). *Currículos de LA para a educação básica: um mapeamento de currículos de LA aprovados pelos governos*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602_por: UNESCO.
- UNESCO. (2022). *Unesco*. Obtido de <https://en.unesco.org/news/multistakeholder-group-discusses-ten-building-blocks-towards-creating-inclusive-ai-policies>
- Vijay, J., & Shubhendu, S. (2013). Applicability of Artificial Intelligence in Different. *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, p. <https://www.ijser.in/archives/v1i11/MDExMzA5MTU=.pdf>.
- Vinge, V. (1993). The coming technological singularity: How to survive in the post-human era. *NASA. Lewis Research Center, Vision 21*. https://ntrs.nasa.gov/citations/19940022856?fbclid=IwAR388hw7V1mwlPiOOJ99bQA6EGU3bEP0C-Py8XhtqPTbT_NExUGLRC6JZbM.
- Weforum . (2020). *The Future of Jobs Report 2020*. Obtido de World Economic Forum: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2020>
- WEForum. (2021). *10 surprising things that rely on artificial intelligence*. Obtido de World Economic Forum : <https://www.weforum.org/agenda/2021/05/everyday-services-rely-on-artificial-intelligence-ai>
- WEForum. (18 de Maio de 2021). *Top 10 Jobs of the Future - For 2030 And Beyond*. Obtido de <https://www.weforum.org/agenda/2021/05/jobs-of-the-future-year-2030/>
- West, M. D. (2018). *Brookings*. Obtido de <https://www.brookings.edu/research/what-is-artificial-intelligence/>
- Wikipédia. (2021). Timeline of artificial intelligence. Obtido de https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_artificial_intelligence#CITEREFNeedham!_1986
- Zhang, K., & Aslan, A. B. (2021). AI technologies for education: Recent research & future directions. *Computers and Education: Artificial Intelligence*.

Anexos

Anexo A – Pedido de autorização à Direção do Agrupamento

Ex.º. [REDACTED]
Do Agrupamento [REDACTED]

Assunto: Pedido de autorização para a realização de um estudo no âmbito da dissertação de mestrado

Eu, Cláudia Meirinhos, professora do [REDACTED], do grupo 110, a exercer funções na [REDACTED] e aluna do 2º ano do mestrado “TIC na Educação e Formação”, da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança, venho, por este meio, solicitar a V. Ex.ª autorização para a realização de um estudo na turma [REDACTED], no âmbito da elaboração da dissertação de mestrado.

A dissertação de mestrado está a ser orientada pelo Prof. Doutor Manuel Meirinhos, professor na Escola Superior de Educação de Bragança e coorientada pelo Professor Rui Pedro Lopes do CeDRI - Research Centre in Digitalization and Intelligent Robotics, da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Bragança e debruça-se sobre o tema da Inteligência Artificial e a criação de contextos de aprendizagem no 1º Ciclo.

Para o efeito, serão realizadas entrevistas em grupo e serão utilizados recursos educativos digitais. Informo que será pedida autorização aos Encarregados de Educação, não serão recolhidas imagens que possam identificar os alunos e que os seus dados pessoais serão salvaguardados, de acordo com o Regulamento Geral da Proteção de Dados.

Informo ainda que o nome do Agrupamento e da Escola poderá vir a ser divulgado no âmbito da dissertação, caso V. Ex.ª o autorize.

Agradeço desde já a atenção dispensada,

Com os melhores cumprimentos,

Aguarda deferimento, a docente,

[REDACTED]

Anexo B - Declaração de Consentimento dos Encarregados de Educação

Exmo. Encarregado de Educação,

Eu, Cláudia Meirinhos, professora da turma [REDACTED], sou aluna do mestrado “TIC na Educação e Formação”, da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Bragança e pretendo realizar um estudo de investigação nesta turma, cujo tema se encontra relacionado com as Tecnologias Digitais, no âmbito da realização da dissertação do mestrado.

Assim sendo, venho por este meio, solicitar a sua permissão para que o seu educando participe neste projeto de investigação.

Informo que não serão recolhidas imagens que possam identificar o seu educando e os seus dados pessoais serão salvaguardados, de acordo com o Regulamento Geral da Proteção de Dados.

Eu, _____ Encarregado de Educação do aluno _____ nº ____, da turma _____, da [REDACTED], declaro que:

Autorizo o meu educando a participar na investigação no âmbito do mestrado “TIC na Educação e Formação”.

Não autorizo o meu educando a participar na investigação no âmbito do mestrado “TIC na Educação e Formação”.

Data: ____/____/____ O EE: _____

Anexo C - Planificação de atividades de Inteligência Artificial (IA) para o 1º Ciclo

Domínio	Conteúdos	Atividades/estratégias	Competências	Avaliação
CONHECIMENTOS	<p>Noção de IA</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que é a IA - Aplicações da IA 	<p>Levantamento de preconceções sobre a IA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realização de uma entrevista em grupo - Elaboração de um desenho para representar o que é a IA. - Jogo <u>Akinator</u>. Diálogo sobre o jogo. <p>Noção de IA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visualização de vídeos e debate sobre o tema. <p>Ex: <u>Vídeo 1</u> <u>Vídeo 2</u> <u>Vídeo 3</u> <u>Vídeo 4</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Definir IA; - Reconhecer aplicações da IA na sociedade atual e do futuro; - Identificar potencialidades da IA; 	<p>Avaliação das respostas, interesse e participação dos alunos.</p>
	<p>Tipos de IA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realização da atividade “Cães e gatos em papel” - Visualização de um vídeo para a compreensão de como funciona a IA/ML e debate sobre o tema: <u>vídeo</u>. <p>Machine Learning</p> <ul style="list-style-type: none"> - Treinar a IA no <u>Quick, Draw</u>. - Desenhar com a IA no <u>AutoDraw</u>. - Pintar com a IA no <u>Petalica Paint</u>. <p>Reconhecimento da fala</p> <ul style="list-style-type: none"> - Falar com a IA: Conversação oral com a Assistente Google (processamento da Linguagem Natural). <p>Visão por computador</p> <ul style="list-style-type: none"> - Brincar com a IA: Jogo “<u>A caça ao Emoji</u>”. 	<ul style="list-style-type: none"> - Compreender que os computadores “aprendem” com os dados; - Compreender que a ML faz previsões através do reconhecimento de padrões e classificações. - Adquirir a noção de “base de dados” e “Big Data”; - Reconhecer que são os humanos treinam a IA através dos algoritmos; - Distinguir um algoritmo normal de um algoritmo de IA; - Compreender que a IA “ouve” e “vê” através de sensores”; - Identificar alguns tipos de IA: ML, visão por computador, processamento da linguagem natural. 	<p>Observação direta do interesse e empenho dos alunos.</p>

<p style="text-align: center;">ATTITUDES</p>	<p style="text-align: center;">Ética e IA</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar a atividade <u>“AI for Oceans”</u> . - Visualização de 2 vídeos e debate sobre a justiça e ética com a IA: <u>vídeo1</u> <u>vídeo2</u> 	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecer que a IA é importante para o futuro e pode ser usada para ajudar a resolver problemas da Humanidade como a poluição e doenças; - Compreender que a IA aprende com o que os humanos ensinam e está sujeita ao “erro”; - Aferir a necessidade de a IA ser responsável, justa e segura; - Aferir a necessidade de a IA ser usada para fazer o bem. 	<p style="text-align: center;">Observação direta do interesse e empenho dos alunos.</p>
<p style="text-align: center;">CAPACIDADES</p>	<p style="text-align: center;">IA no PictoBlox</p>	<p>Machine Learning e texto para fala</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realização da atividade de programação com IA “Cães e gatos 1”, seguindo o tutorial. <p>Reconhecimento da fala (PLN)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realização da atividade de programação com IA “Cães e gatos 2”, seguindo o tutorial. <p>Visão por computador</p> <p>Realização da atividade de programação <u>“Máscara ou sem máscara”</u> seguindo o tutorial</p> <ul style="list-style-type: none"> - Criação de contextos de aprendizagem com IA no PictoBlox pelos alunos, em grupo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Programar no PictoBlox; - Programar seguindo o tutorial/protocolo de programação; - Planificar atividades de programação com IA no PictoBlox; - Criar bases de dados/ organizar os dados necessários para programar; - Criar programas com IA no PictoBlox de forma autónoma e criativa. 	<p style="text-align: center;">Grelha de observação</p>

Anexo D - Guião de entrevista em grupo

Contexto: *Este guião destina-se a uma entrevista realizada de forma coletiva, a uma turma do 4º ano, no âmbito da dissertação “Práticas Educativas de Inteligência Artificial no 1º ciclo”, do mestrado “TIC na Educação e Formação” da Escola Superior de Educação, do Instituto Politécnico de Bragança. Pretende-se, com esta entrevista, recolher os conhecimentos prévios à implementação do projeto e, em nenhuma altura serão recolhidos os dados pessoais dos alunos.*

Questões:

- 1 – Qual é a primeira coisa em que pensam quando se fala em Inteligência Artificial?
- 2 – O que é para vocês a Inteligência Artificial?
- 3 – O que é que sabem sobre Inteligência Artificial?
- 4 – Onde é aplicada a Inteligência Artificial nas nossas vidas?
- 5 – Já falaram com a Assistente Google, a Alexa ou a Siri?
- 6 – Sabiam que existem carros autónomos? Eram capazes de andar num?
- 7 – Acham que os robots pensam como os humanos?
- 8 – Acham que os robots têm sentimentos? Ou emoções?
- 9 – Que trabalhos poderão os robots fazer?
- 10 – Será que os robots vão substituir algumas profissões?
- 11 – Será que no futuro todos teremos de saber trabalhar com a Inteligência Artificial ou ter conhecimentos sobre este assunto?
- 12 – Como é que acham que a Inteligência Artificial vai ser usada no futuro?
- 13- Das atividades realizadas qual a que mais gostaram? Porquê?
- 14 – Das atividades realizadas qual a que menos gostaram? Porquê?

FICHA DE TRABALHO

Inteligência Artificial

Nome: _____ Data: _____

Objetivo: Levantamento de conhecimentos prévios.

1 - Faz um desenho sobre o que é para ti a Inteligência Artificial.

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw their understanding of Artificial Intelligence.

FICHA DE TRABALHO

Inteligência Artificial

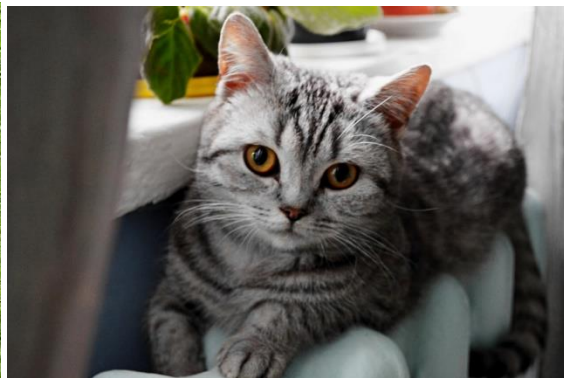
Nome: _____ Data: _____

Objetivo: Como funciona a Inteligência Artificial

Já alguma vez pensaste como é que a Inteligência Artificial resolve problemas? Como é que toma decisões? Quando pesquisas imagens sobre cães e gatos, o computador nunca se engana.

A inteligência Artificial é treinada para distinguir os cães dos gatos através da classificação das suas diferenças. Será que também consegues?

Quais são as características que distinguem este cão do gato?



--	--

E agora que diferenças encontras?





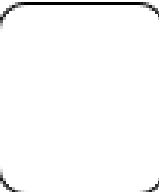

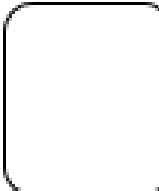
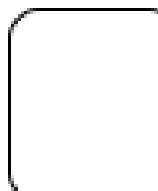

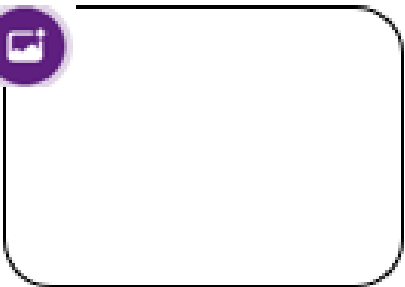










--	--

Foi mais fácil ou mais difícil esta segunda tarefa? Porquê?

Quantas imagens é que um computador deve analisar até conseguir distinguir cães e gatos?

Aprende:

Para conseguir distinguir cães de gatos, a Inteligência Artificial analisa uma quantidade enorme de dados a que se chama “base de dados”. A Inteligência Artificial é treinada a organizar e classificar esses dados e depois consegue decidir se a imagem é cão ou é gato.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL Trabalho de grupo – planificação		
		Nome do Grupo: _____ Data: _____
1. O que vamos utilizar? <input type="checkbox"/> Machine Learning <input type="checkbox"/> Texto para fala <input type="checkbox"/> Reconhecimento da fala <input type="checkbox"/> Visão por computador	2. O que queremos fazer? _____ _____ _____ _____	
3. Os nossos atores:     	4. Os nossos cenários:      	
5. Autoavaliação: Como avaliamos o nosso trabalho?		    

GRELHA DE OBSERVAÇÃO DAS ATIVIDADES PRÁTICAS

Práticas Educativas de Inteligência Artificial no 1º ciclo

Atividade: _____ Data: ____/____/____

Motivação	Nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frequentemente	Sempre	Observações
Demonstram interesse pela atividade.						
Revelam envolvimento na atividade.						
São perseverantes perante as dificuldades.						
Revelam curiosidade.						
Colaboração	Nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frequentemente	Sempre	Observações
Elaboram o plano de trabalho em grupo.						
Debatem ideias em grupo, chegando a consenso.						
Entreajudam-se uns aos outros.						
Conseguem atingir um objetivo conjunto.						

Autonomia	Nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frequentemente	Sempre	Observações
Apresentam ideias relevantes para os trabalhos.						
Mostram independência na planificação do trabalho.						
Mostram independência na realização do trabalho.						
Apresentam sugestões de melhoria do trabalho final.						
Competência de IA	Nunca	Raramente	Ocasionalmente	Frequentemente	Sempre	Observações
Criam os algoritmos de forma correta.						
Reúnem e organizam os recursos necessários à execução da atividade.						
Utilizam termos e conceitos adequados ao tema.						
Aplicam a situações novas os conhecimentos adquiridos sobre a IA.						

Contexto: Esta Grelha de Observação destina-se à recolha de dados, no âmbito da dissertação “Práticas Educativas de Inteligência Artificial no 1º ciclo”, do mestrado “TIC na Educação e Formação” da Escola Superior de Educação, do Instituto Politécnico de Bragança

Anexo I – Tutorial “Cães e gatos 1”

Ver online: <https://view.genial.ly/62232fdaf85cd100133c5850/learning-experience-didactic-unit-ia-caes-e-gatos-1>



Anexo J – Tutorial “Cães e gatos 2”

Ver online: <https://view.genial.ly/6273f535abdce60018e61d4e/learning-experience-didactic-unit-copy-ia-caes-e-gatos-2>

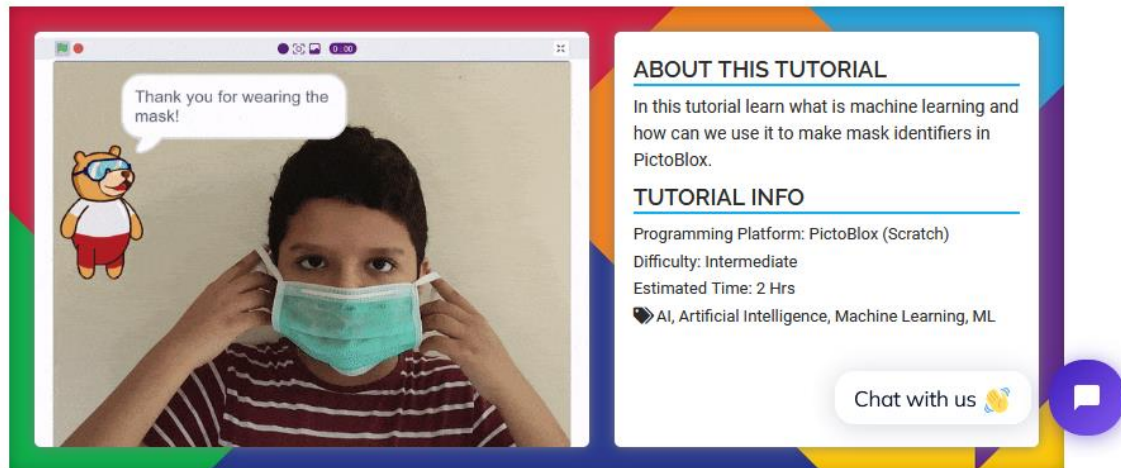


Anexo K – Tutorial “Com máscara ou sem máscara”

Ver online: <https://thestempedia.com/tutorials/making-a-mask-identifier-machine-learning-in-PictoBlox/>

Home > Tutorials > Making a Mask Identifier: Machine Learning in PictoBlox

Making a Mask Identifier: Machine Learning in PictoBlox



The image shows a screenshot of a tutorial page. On the left, there is a video player showing a person wearing a green surgical mask. A speech bubble above the person says "Thank you for wearing the mask!". To the left of the person is a cartoon bear character wearing a white shirt, red shorts, and blue goggles. On the right side of the page, there is a white box with the following text:

ABOUT THIS TUTORIAL
In this tutorial learn what is machine learning and how can we use it to make mask identifiers in PictoBlox.

TUTORIAL INFO
Programming Platform: PictoBlox (Scratch)
Difficulty: Intermediate
Estimated Time: 2 Hrs
🔗 AI, Artificial Intelligence, Machine Learning, ML

At the bottom right of the white box, there is a button that says "Chat with us" with a speech bubble icon. To the right of the white box, there is a purple speech bubble icon.