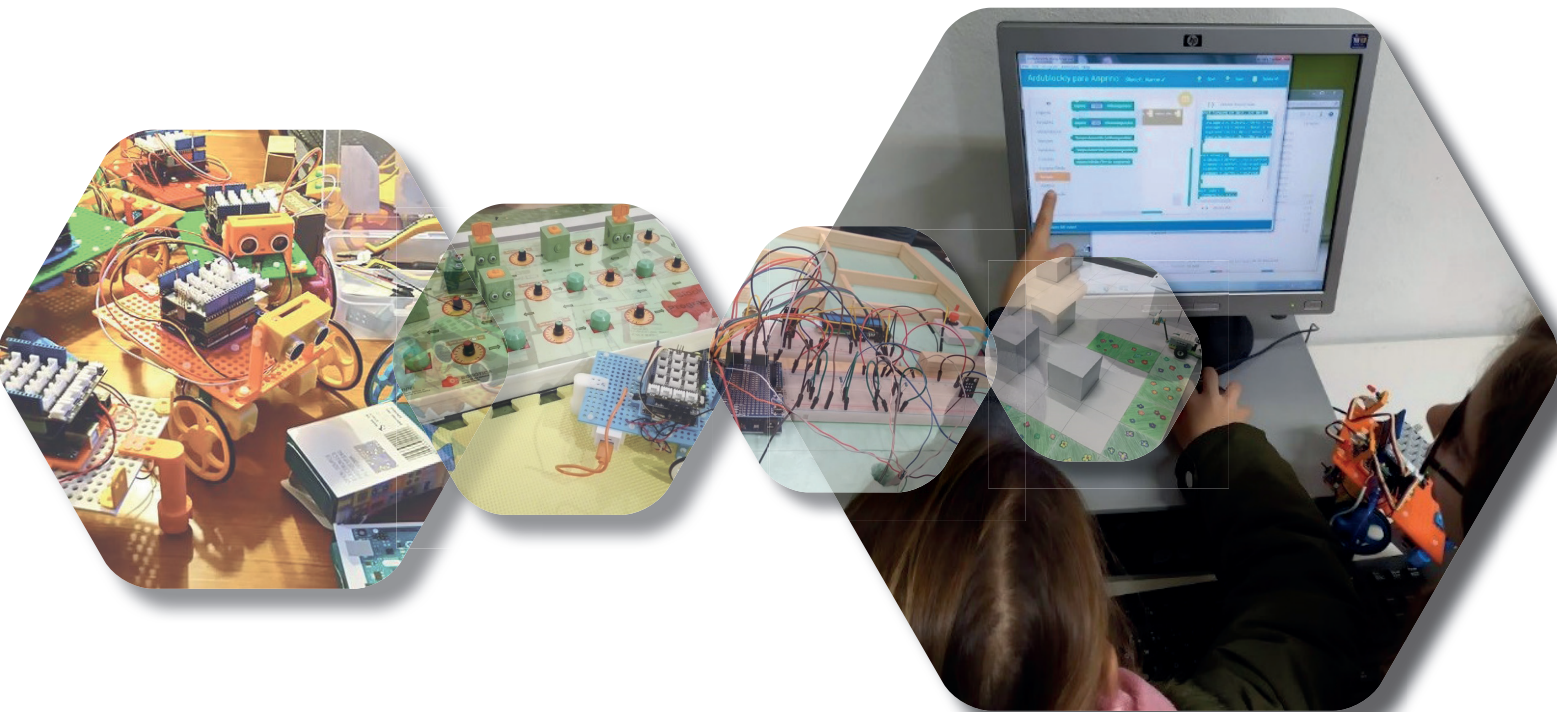


João Batista Bottentuit Junior
João Manuel Nunes Piedade
Luana Priscila Wunsch
Luciano Frontino de Medeiros
(orgs)



Formação no Contexto do Pensamento Computacional, da Robótica e da Inteligência Artificial na Educação



João Batista Bottentuit Junior
João Manuel Nunes Piedade
Luana Priscila Wunsch
Luciano Frontino de Medeiros
[orgs]

Formação no Contexto do Pensamento Computacional, da Robótica e da Inteligência Artificial na Educação

São Luís



EDLIFMA

2020

Copyright © 2020 by EOUFMA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Prof. Dr. Natalino Salgado Filho
Reitor

Prof. Dr. Marcos Fábio Belo Matos
Vice-Reitor

EDITORA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO

Prof. Dr. Sanatiel de Jesus Pereira
Diretor

CONSELHO EDITORIAL

Prof. Dr. Arkley Marques Bandeira
Prof. Dr. Luís Henrique Serra
Prof. Dr. Elídio Armando Exposto Guarçoni
Prof. Dr. André da Silva Freires
Prof. Dr. Jadir Machado Lessa
Prof^a. Dra. Diana Rocha da Silva

Revisão

João Batista Bottentuit Junior

Projeto Gráfico

Josimar de Jesus Costa Almeida

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Formação no contexto do pensamento computacional, da robótica e da inteligência artificial na educação [recurso eletrônico] / organização, João Batista Bottentuit

Junior.. [et al.]. - São Luís: EOUFMA, 2020.

164 p.

Modo de acesso:

ISBN: 978-65-86619-69-0

1. Educação - Tecnologias da Informação e Comunicação - TICs. 2. Inteligência artificial - Processos cognitivos - Ambiente escolar. 3. Robótica educacional. I. Bottentuit Junior, João Batista, org. II. Piedade, João Manuel Nunes, org. III. Wunsch, Luana Priscila, org. IV. Medeiros, Luciano Frontino de, org. V. Título.

CDD 370.004
COU 37.004.01

SUMÁRIO



APRESENTAÇÃO	7
PENSAMENTO COMPUTACIONAL, PROGRAMAÇÃO E ROBÓTICA: UM PERCURSO BASEADO NA (DES)CONSTRUÇÃO, PARTILHA E ENTREAJUDA	8
IA NA EDUCAÇÃO: OPORTUNIDADES E PREOCUPAÇÕES	38
AS NECESSIDADES FORMATIVAS DO SEC XXI ASSOCIADAS AO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	68
A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA APRENDER PROGRAMAÇÃO E DESENVOLVER COMPETÊNCIAS DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL: PRÁTICAS DE FUTUROS DE INFORMÁTICA	89
A ROBÓTICA NA MODALIDADE SEMIPRESENCIAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I: UMA EXPERIÊNCIA EM CURSO	112
PROGRAMAÇÃO TANGÍVEL: UM ROBOT PORTUGUÊS NUM PROJETO FORMATIVO (TRANS)NACIONAL	126
ROBÓTICA EDUCACIONAL E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA ATENÇÃO CONCENTRADA	148

SOBRE O LIVRO

“Formação no Contexto do Pensamento Computacional, da Robótica e da Inteligência Artificial na Educação”

Organizadores:

João Batista Bottentuit Junior

João Manuel Nunes Piedade

Luana Priscila Wunsch

Luciano Frontino de Medeiros

O livro *Formação no Contexto do Pensamento Computacional, da Robótica e da Inteligência Artificial na Educação*, organizado por quatro autores com experiência na pesquisa e no uso das TICs na Educação é um esforço bem-sucedido de uma colaboração luso-brasileira para ampliar o debate em torno dos temas mencionados no seu título.

Os sete capítulos aqui apresentados, escritos a partir de diferentes experiências práticas e de pesquisa dos seus autores, levam-nos a um maior entendimento histórico e a uma reflexão aprofundada sobre as necessidades e possibilidades do uso das tecnologias na educação, mais especificamente da robótica como instrumento para ensinar e aprender sobre os variados temas do currículo escolar.

Os textos servem assim não só para alargarmos o debate acadêmico sobre a pertinência do uso desse ferramental, mas também apresentam exemplos concretos de formação para/com esses aparatos, em diferentes contextos de ensino e aprendizagem bem-sucedidos.

O capítulo 1 abre o livro com um interessante mapeamento do “... *percurso português no que se refere à integração, alteração, ou eliminação do pensamento computacional no currículo ou em atividades extracurriculares...*”. Em seguida, relata dois projetos portugueses onde a robótica educacional é incluída como importante elemento no processo de formação de alunos e docentes.

O capítulo 2 inicia apresentando a importante e atual discussão sobre as possibilidades da Inteligência Artificial na Educação, bem como possíveis implicações futuras da mesma em nossa sociedade.

O capítulo 3 nos traz uma reflexão sobre a necessidade de mudanças na *práxis* docente, uma vez que os nossos alunos estão hoje chegando às escolas munidos de ferramentas tecnológicas, interesses e modos de agir bastante diferentes daqueles de duas ou mais décadas atrás.

Importante também neste capítulo é a síntese feita pelas autoras sobre diferentes políticas educacionais adotadas por países (como o Brasil e Portugal) e a UNESCO, com o claro objetivo de utilizar as TICs como importante instrumento de colaboração das atividades docente/discente.

No capítulo 4 os autores relatam uma relevante experiência de formação de futuros professores na disciplina de Didática I da Universidade de Lisboa. O curso, descrito no texto com bastante detalhe, explora, ao mesmo tempo, questões teóricas e práticas sobre o emprego da robótica e da programação em contextos de ensino e aprendizagem do 5º ao 8º ano de escolaridade.

Abordam também diferentes conceitos relacionados à educação com o emprego da robótica. Me chama a atenção o de cenários de aprendizagem, proposto pelo Professor João Filipe Matos, cuja idéia central é o de facilitar a organização sistemática de planificação das atividades didáticas com tecnologias.

O trabalho em tela vai além, descrevendo um estudo realizado durante a referida disciplina, onde analisam as práticas dos alunos – e futuros professores - no “... desenho de atividades de aprendizagem com robótica educacional para ensinar conceitos iniciais de programação e como essas atividades podem promover o desenvolvimento de competências de pensamento computacional... “.

O capítulo 5 propõe e detalha, a partir do cenário de pandemia em que vivemos hoje devido ao Coronavírus, um curso de “robótica educacional sustentável” no qual empregam recursos de EaD a fim de formatarem uma proposta semi-presencial.

O objetivo pedagógico do referido curso é o de permitir aos alunos participantes a “compreensão sobre o que é robótica educacional sustentável e como é possível transformar objetos de baixo custo ou que iriam para o lixo em objetos que podem ser utilizados de várias formas.” Buscam também demonstrar aos participantes – alunos do ensino Fundamental I – as possibilidades de integração das tecnologias em ações sustentáveis, desenvolvendo nos mesmos “noções de arte na construção de autômatos e técnicas de bricolagem”.

O capítulo 6 apresenta e discute quatro importantes aspectos sobre o uso das tecnologias em contextos de ensino e aprendizagem: (1) as bases teóricas para o ensino da programação nos primeiros anos de escolaridade, com foco nas potencialidades da programação

tangível e da robótica; (2) panorama dos principais projetos de abrangência nacional em Portugal; (3) descrevem o processo de construção do robô português MI-Go – projeto em que os autores estiveram diretamente envolvidos - e; (4) o projeto TangIn, financiado pelo ERASMUS+, envolvendo quatro instituições europeias (Portugal, Espanha, Letónia e Bulgária), com o objetivo de formar professores para o desenvolvimento de recursos de programação tangível nos anos iniciais de escolaridade.

Ao longo do texto encontramos ainda uma importante reflexão sobre a programação e a robótica como importantes aliados no desenvolvimento cognitivo dos alunos, nos primeiros anos do ensino básico.

No capítulo 7 os autores partem de um teste psicológico utilizado com alunos de duas escolas secundárias em Santa Catarina – Brasil, para verificar se a Robótica Educacional contribui de maneira significativa para o desenvolvimento da atenção. O estudo realizado teve a duração de cerca de 7 meses (100 horas), envolvendo um grupo experimental e um de controle, num total de 18 participantes. O desenho do estudo está suficientemente detalhado para que outros interessados possam replicar o mesmo em outros contextos escolares.

Por fim, mas não menos importante, cada um dos capítulos apresenta, ao seu final, uma farta bibliografia que nos permite aprofundar a reflexão sobre os temas aqui abordados.

Boas leituras!

Fábio Ferrentini Sampaio

Programa de Pós-graduação em Informática

Universidade Federal do Rio de Janeiro

APRESENTAÇÃO

O Pensamento Computacional (PC) tem sido apontado nos últimos anos como um conjunto importante competências que todos os cidadãos, e em particular os alunos, devem desenvolver no Séc. XXI.

O envolvimento de alunos em atividades de pensamento computacional e de programação promove o desenvolvimento de competências de resolução de problemas, pensamento crítico e criativo, comunicação e colaboração, bem como outras competências relacionadas com o currículo das várias áreas disciplinares.

Em vários estudos a robótica educativa surge referida com um forte recurso pedagógica para o desenvolvimento de competências de PC e para a aprendizagem de conceitos base da programação, nos diferentes níveis e modalidades de ensino.

Na última década, vários países têm procurado a integração do PC da introdução à programação nos seus currículos educacionais, incluindo a formação de professores.

Neste sentido, o livro apresentado relata pesquisas em torno da integração destas temáticas por meio das aprendizagens essenciais da reflexão acerca das tecnologias de informação e comunicação na educação.

Os resultados apresentados demonstram as potencialidades da robótica educativa e do PC enquanto recursos e estratégias pedagógicas para o ensino nas diferentes áreas do conhecimento em realidades tão distintas como Brasil e Portugal.

Palavras-chave: Pensamento Computacional, Cenários de Aprendizagem, Formação de Professores, Programação, Robótica Educacional.



PENSAMENTO COMPUTACIONAL, PROGRAMAÇÃO E ROBÓTICA: UM PERCURSO BASEADO NA (DES)CONSTRUÇÃO, PARTILHA E ENTREAJUDA

Fernanda Ledesma¹, Artur Coelho², Luís Dourado³

INTRODUÇÃO

A escrita deste capítulo a várias mãos, inclui descrições, reflexões e até sentires, que assumimos à partida, não garantido, por isso, uma versão neutra da história, por ter sido vivida na primeira pessoa, mas também, foi um percurso (des)contruído por muitos, porém recontado, neste capítulo na perspetiva dos autores.

Começamos por fazer a uma breve abordagem dos conceitos mais utilizados no âmbito do pensamento computacional. Não com a pretensão de que este texto, seja visto como um artigo científico, mas para que as iniciativas e projetos encontrem fundamentação na literatura existente, de forma a validar a sua pertinência na educação, bem como a inclusão no currículo, em determinado momento.

¹Docente do Grupo de Informática desde 1997. Mestra em Gestão de Sistemas de E-learning pela Universidade Nova de Lisboa. Pós-Graduada em Supervisão Pedagógica e Avaliação de Docentes pela Universidade Católica Portuguesa. Formadora da Formação Contínua de Professores nas áreas – Tecnologias Educativas, Didática Específica da Informática, Organização de Bibliotecas Escolares e Avaliação do Desempenho. Atualmente é Presidente da Associação Nacional de Professores de Informática (ANPRI) e Diretora do Centro de Formação de Professores (CFANPRI). É membro do Concelho Científico do Instituto de Avaliação Educativa. Participou nas Equipas de elaboração das aprendizagens essenciais para a disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação, Aplicações Informáticas B e Oficina Multimédia B. Autora de manuais escolares para a disciplina de TIC na Editora ASA do grupo Editorial Leya. Tem vários artigos publicados, realiza comunicações frequentemente e faz parte da comissão organizadora de diversos eventos na área da informática e tecnologia.

²Professor de TIC e coordenador PTE no Agrupamento de Escolas Venda do Pinheiro onde dinamiza os projetos As TIC em 3D, LCD - Clube de Robótica; Fab@rts: o 3D nas Mãos da Educação. Distinguido com o prémio Inclusão e Literacia Digital em 2016 (FCT/Rede TIC e Sociedade). Licenciado em ensino de Educação Visual e Tecnológica, Mestre em Informática Educacional pela Universidade Católica Portuguesa, pós-graduação em Programação e Robótica na Educação pelo Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Tutor online na Universidade Aberta. Formador especializado em introdução à modelação e impressão 3D em contextos educacionais na ANPRI (Associação Nacional de Professores de Informática) e CFAERC. Colaborador no fablab Lab Aberto, e projetos H-alt e Bit2Geek.

³Professor de informática no Agrupamento de Escolas Augustos Cabrita - Barreiro. Diretor do curso profissional de robótica e coordenador do clube de programação e robótica no mesmo agrupamento. Licenciatura em Informática de Gestão. Diploma de Estudos Avançados – Programa de Doctorado/investigación “Lenguages y Arquitecturas en sistemas informáticos” pela Universidad de Extremadura, Espanha. Formador de professores, na área da robótica, na Associação Nacional de Professores de Informática Colaborador em projetos internacionais (Comenius), no âmbito da robótica no ensino.

Procedemos, então, à reflexão sobre a introdução ao pensamento computacional, através de atividades desplugadas e através da programação. Mas, foi na robótica que centramos grande parte do texto, pois, em nosso entender, integra as duas referidas anteriormente.

Elaboramos um mapeamento do percurso português, no que se refere à integração, alteração, ou eliminação do pensamento computacional no currículo ou em atividades extracurriculares, como os clubes de programação e robótica ou outros projetos, de forma a contextualizar, diversas situações.

A última parte do capítulo é dedicada ao ensino e aprendizagem com a robótica, no âmbito da qual abordamos o projeto **Criar (com) o Robot Anprino** que se centra no desenvolvimento de robots e cenários de aprendizagem e também sobre o projeto Ardrobótica que incide sobre formação de professores na área da robótica.

Este artigo tem três autores, mas para ser justo seria necessário listar uma equipa enorme que colaborou na formação nesta área, bem como nas diversas iniciativas, nas quais participamos.

Uma breve abordagem aos conceitos

Expressões como “informática” e “tecnologias de informação e comunicação (TIC)” já fazem parte do léxico recorrente dos professores e alunos, no contexto educativo Português. O uso das expressões “pensamento computacional”, “programação e “robótica” nos últimos anos, têm-se tornado cada vez mais frequentes, principalmente, devido aos projetos que vão sendo desenvolvidos.

O pensamento computacional utiliza os conceitos das ciências da computação para resolver problemas e desenvolver soluções. Podemos dizer que é uma forma de organização do pensamento para resolver problemas de forma eficaz.

O que referimos, anteriormente, sobre pensamento computacional parece complexo! Então, vamos tentar explicar de uma forma mais simples. Durante muito tempo interiorizou-se, de alguma forma, que o utilizador comum das tecnologias, apenas, tinha de saber utilizar os computadores e as aplicações, como por exemplo de processamento de texto, apresentações, folhas de cálculo, entre outras. Contudo, as tecnologias evoluíram, hoje em dia, quando falamos de tecnologias na educação ou fora dela, já não podemos limitar-nos aos computadores desktop, computadores portáteis ou tablets. Não podemos excluir as impressoras 3D, robots, placas eletrónicas, drones, e mais uns quantos artefactos tangíveis. Assim, o nível de conhecimento

que se exige ao utilizador comum também mudou. O que se pretende ao introduzir o conceito de pensamento computacional é que, o cidadão comum, que usa as tecnologias, entenda a sua conceção, a sua lógica, a sua construção e funcionamento. O objetivo não é todos sejam programadores ou especialistas em informática, mas sim, que qualquer aluno/cidadão, perceba os princípios do pensamento computacional e consiga transferi-los e aplica-los, no seu percurso escolar, para resolver problemas nas diversas áreas do saber e também na sua vida pessoal. Até porque, de forma mais ou menos consciente, todos utilizamos princípios de lógica no nosso dia a dia, por exemplo, ao mantermos e repetirmos determinadas rotinas diariamente. E quando, por algum motivo, não cumprimos essas rotinas, parece que nos falta algo. Podemos mencionar, ainda, outros exemplos, como a organização de roupa, por tipo, nas gavetas do nosso quarto, ou a compatibilidade do nosso horário, com os transportes para chegar à escola ou ao trabalho, de forma a escolher o caminho mais curto e que simultaneamente demore menos tempo.

Segundo Jeannette Wing (2016) o pensamento computacional inclui uma série de ferramentas mentais que refletem a vastidão do campo da ciência da computação. Para Wing o pensamento computacional é reformular um problema, aparentemente, difícil, num problema que sabemos como resolver, seja por abstração, decomposição, redução, incorporação, transformação ou simulação.

Após a disseminação do termo por Wing em 2006, a autora, que não pode faltar quando queremos abordar o pensamento computacional, muitas foram as definições que surgiram. Também a *Internacional Society for Technology in Education* (ISTE) em conjunto com a *Computer Science Teachers Association* (CSTA) trabalharam e muito sobre o conceito, bem como, sobre as disposições e atitudes que um indivíduo deve ter para desenvolver o pensamento computacional. Porém, neste âmbito, consideramos que o mais importante para o contexto educativo foi o mapeamento de termos e conteúdos a serem abordados nos currículos escolares e que descrevemos no quadro seguinte.

Quadro1 - Termos e conteúdos a abordar no currículo

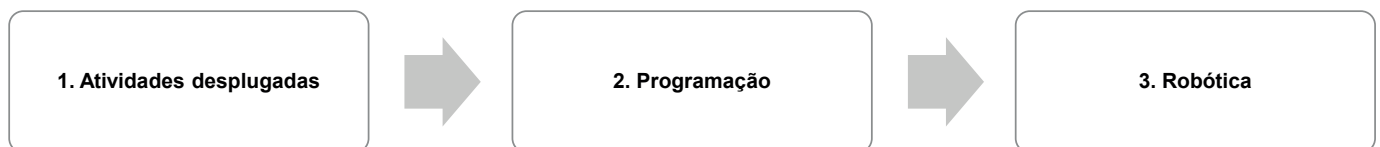
Processo	Descrição
Recolha de dados	Processo de recolher informações de forma adequada
Análise de dados	Dar sentido aos dados, encontrar padrões e tirar conclusões
Representação de dados	Representar e organizar em gráficos, tabelas, textos e imagens
Decomposição de problemas	Dividir o problema em partes, resolver cada parte
Abstração	Reduzir a complexidade para definir a ideia principal

Algoritmos e procedimentos	Definir um conjunto de passos ordenados para resolver um problema ou atingir um fim
Automação	Utilizar máquinas, computadores ou robots para realizar atividades repetitivas
Paralelização	Organizar recursos, para que, em simultâneo, realizem tarefas, para alcançar um objetivo comum. Divide-se o esforço entre os diversos recursos.
Simulação	Representar ou modelar um processo

Existem inúmeras possibilidades para abordar o pensamento computacional de forma desenvolver os processos inumerados no quadro anterior. Há professores que o fazem recorrendo a atividades desplugadas ou programação sem computador, outros usam as linguagens de programação por blocos e também há quem o faça aliando a programação à robótica.

Em nosso entender, a situação ideal, quando os professores têm equipamento nas suas escolas, como por exemplo robots, placas eletrônicas ou outros artefactos tangíveis, será procurar fazer destas três formas de abordagem, um processo mais ou menos sequencial.

Figura 1 - Processo de abordagem do pensamento computacional



Iniciar o processo de aprendizagem propondo aos alunos atividades desplugadas ou programação sem computador para que compreendam e se apropriem dos conceitos relacionados com a lógica, algoritmos, sequências e outros de uma forma intuitiva. Passando depois, para o uso de uma linguagem de programação por blocos e mais tarde, podem tentar ligar os robots à programação.

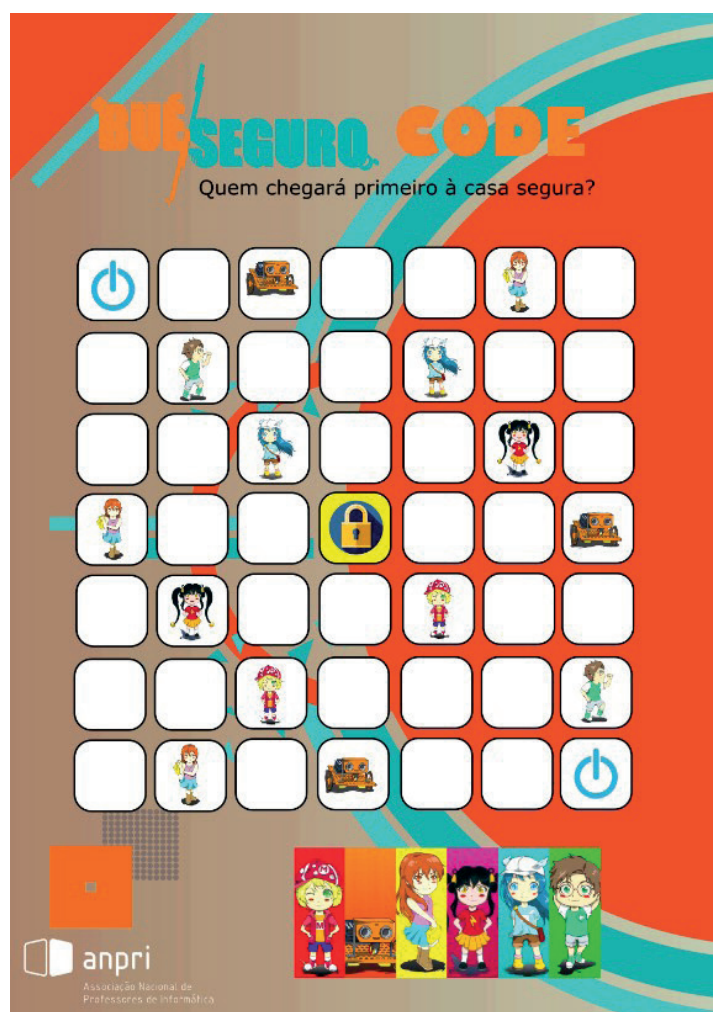
Nas páginas seguintes vamos explorar, um pouco mais, sobre as três formas de abordagem, que referimos anteriormente.

Das atividades desplugadas, à programação e à robótica

Introdução ao pensamento computacional sem computador através de atividades desplugadas tem como objetivo ensinar fundamentos de pensamento computacional, sem

recorrer a computadores. São atividades, geralmente, com uma componente lúdica, através das quais se abordam os conceitos básicos de pensamento computacional. Para isso, utiliza-se o papel e outros utensílios e materiais do dia a dia, para representar informação (números binários, textos e imagens), algoritmos (ordenar e procurar) e representação de procedimentos (linguagens de programação, grafos e autómatos).

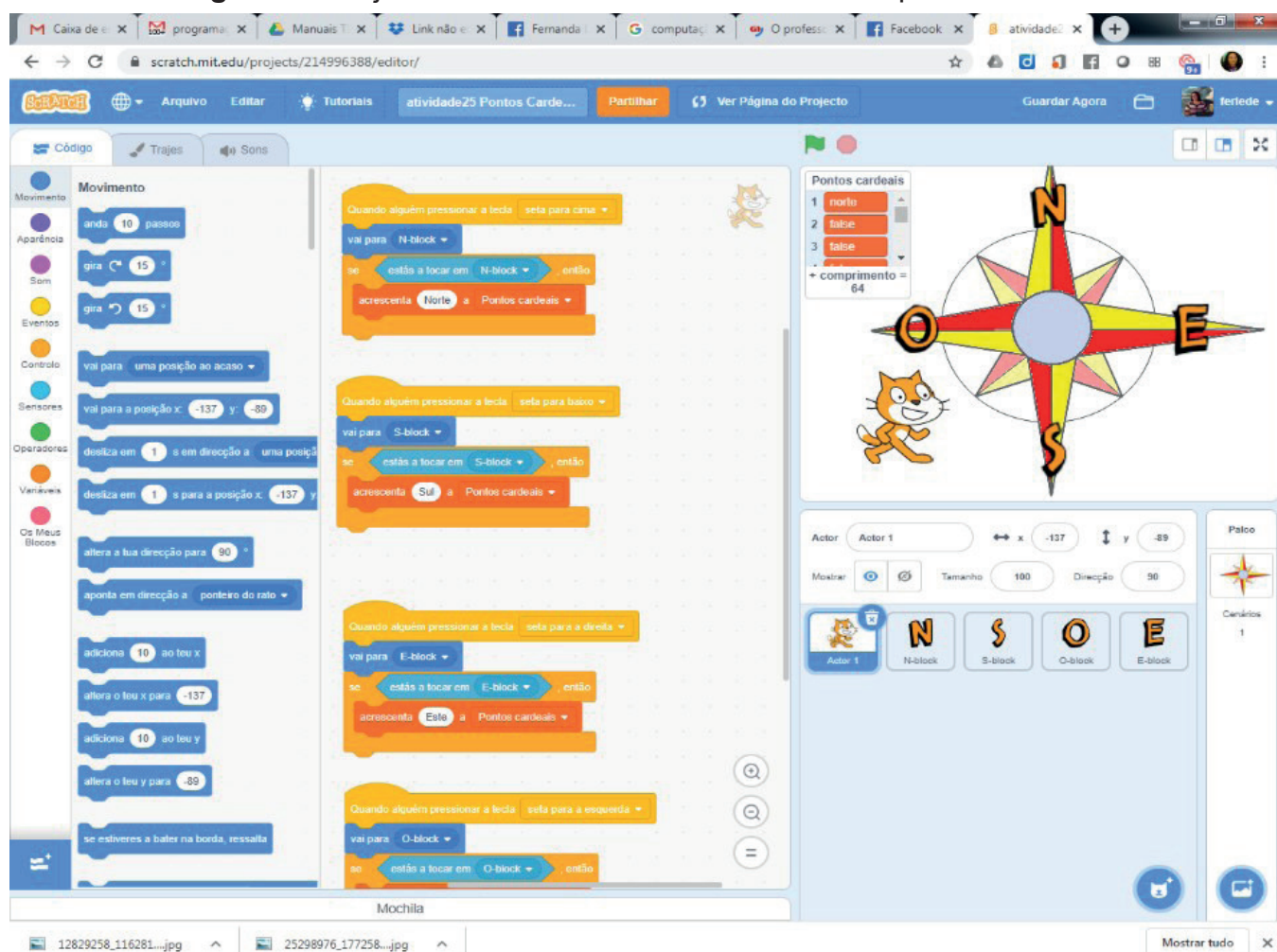
Figura 2 – Exemplo de Atividade Desplugada



Por exemplo, podemos criar um jogo de tabuleiro, sobre um tema, cuja implementação obedece a determinadas regras, que se baseiam na resolução de algoritmos. No caso da imagem, o tema, do jogo de tabuleiro, é a segurança digital, no qual, os alunos têm de responder a questões. Mediante a resposta certa ou errada, têm de desenvolver determinadas ações, para chegar a um determinado ponto do tabuleiro (à casa segura). Ou seja, programam os objetos impressos em 3D (no nosso caso são pequenos robots), para fazer determinado percurso. Este jogo pode ser impresso, em qualquer escola, numa folha de papel.

Outra forma de iniciação ao pensamento computacional, com crianças, é através das linguagens de programação por blocos, como o scratch, kodu, tynker, ubbu ou outras soluções. As linguagens de programação por blocos, proporcionam-nos a possibilidade de resolver problemas, contextualizados, parecidos com o mundo real, de uma forma criativa. Permitem-nos propor aos alunos a resolução de problemas, iniciando pelos aspetos de conceção, planificação, programação e partilha, passando por todas as fases necessárias no desenvolvimento de um determinado projeto.

Figura 3 - Projeto desenvolvido em scratch sobre os pontos cardeais



As atividades e desafios, para além de poderem partir de um tema do currículo, permitem-nos trabalhar as sequências, ciclos, eventos, condições, operadores, dados e variáveis e como executá-los e também, não menos importante, a deteção e correção do erro.

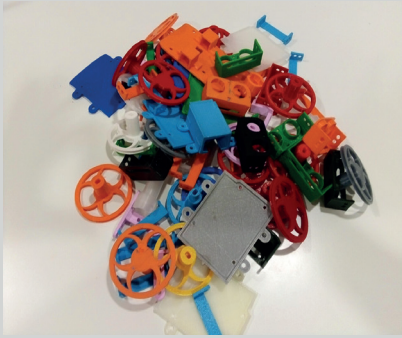
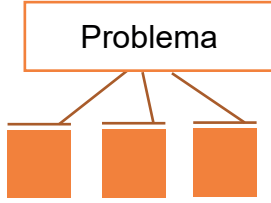

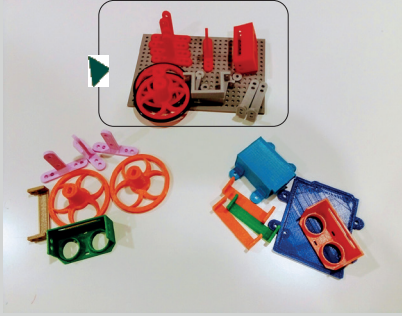
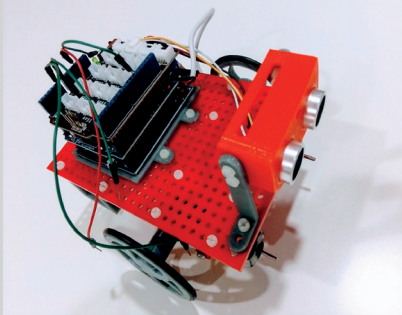
A introdução da robótica, permite-nos, ainda, enriquecer mais o processo, ao juntar as atividades desplugadas, programação, eletrónica, artes, conceitos da física e da matemática e em projetos mais complexos, também conceitos de mecânica. Com estes componentes conseguimos, também, através de um tema, abordar conteúdos das áreas curriculares e extracurriculares.

Segundo o documento das linhas orientadoras para integração da robótica (2016) da Direção Geral da Educação “a integração da robótica em contexto educativo permite tornar tangíveis os conceitos ligados pensamento computacional e à programação, ou seja, trazê-los para fora do espaço do ecrã do computador. Aprender a criar, aprender a planear, aprender a resolver problemas, aprender a programar ligando artefactos tangíveis, construindo algo com uma finalidade, proporcionando também a articulação com conteúdos das diferentes áreas do saber, pode ser implementado recorrendo à robótica. Esta opção permite uma aprendizagem mais profunda da tecnologia, proporcionando momentos para “aprender fazendo”, de forma táctil, na relação que o aluno estabelece ao relacionar as suas ideias com os artefactos, processo durante o qual, o aluno obtém e visualiza resultados imediatos”.

O referido documento cita autores como Papert (1993), quando refere que “os alunos não aprendem melhor pelo facto do professor ter encontrado melhores maneiras de os instruir, mas por lhes ter proporcionado melhores oportunidades de construir”. Baseia-se, portanto, no construcionismo – teoria proposta por Papert (1980) - que se refere à construção do conhecimento baseada na realização de uma ação concreta que resulta num produto palpável. Teoria, segundo a qual a aprendizagem acontece quando os alunos se ocupam na construção de qualquer coisa cheia de significado para si próprios, quer essa coisa seja um castelo de areia, uma máquina, um poema, uma história, uma canção ou um programa de computador. Deste modo, o construcionismo envolve dois tipos de construção: construção das coisas (objetos ou artefactos) que o aluno realiza a partir de materiais (cognitivos) recolhidos do mundo (exterior) que o rodeia, e construção (interior) do conhecimento que está relacionado com aquelas coisas. Para Papert (1993), o facto dos robots serem objetos tridimensionais reais, que se movem no espaço e no tempo e que podem simular comportamentos animais e humanos, é uma das mais-valias da robótica educativa, pois, segundo o autor, os alunos aprendem mais depressa quando lidam com objetos, em vez de fórmulas e abstrações. Por algo a mover-se é uma forma de motivação poderosa.

Vejamos, um exemplo prático, baseado nos quatro pilares do pensamento computacional explicados recorrendo as peças impressas pela impressora 3D, que fazem parte do kit robot anprino.

Quadro 2 - Contextualização de 4 pilares do pensamento computacional

<p>Decomposição</p>		<p>a. Temos um problema complexo.</p> <p>b. Dividimos o problema em partes mais pequenas</p> <p>c. Resolvemos cada parte separadamente.</p>	 <p>Podemos organizar as peças por cores, por tipo, entre outras.</p>
<p>Reconhecimento de padrões</p>		<p>a. Separamos as peças por grupos similares</p> <p>b. Identificamos comportamentos específicos</p>	<p>No exemplo criamos padrões por tipo de peças e sequências de cores.</p>
<p>Abstração</p>		<p>a. Analisamos a situação e centramos-nos no que é relevante.</p> <p>b. Separamos o que é essencial, do que não precisamos para resolver o problema.</p>	<p>No exemplo, para conseguir montar um robot anprino, só precisamos das peças vermelhas e cinzentas. As restantes estão a mais, por isso, retiramos.</p>
<p>Algoritmos</p>		<p>a. Desenvolver e seguir uma série de passos ordenados, com o objetivo de chegar a uma solução para o problema ou criar algo útil</p>	<p>Neste exemplo, montamos o robot anprino, seguindo um sequência de indicações.</p>

A compreensão e apropriação de conceitos fica facilitada quando aprendemos fazendo com algo palpável.

Após esta breve abordagem pelos conceitos de pensamento computacional, programação e robótica, vamos proceder ao mapeamento do percurso que Portugal fez neste âmbito.

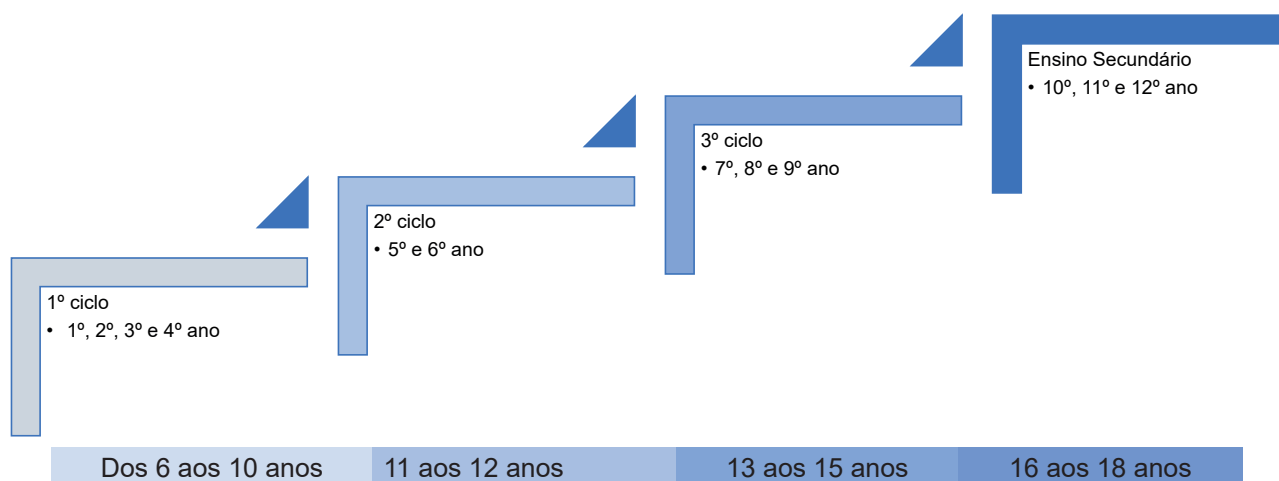
O percurso em Portugal

Antes de iniciar a descrição do percurso, propriamente dito, que se fez na educação em Portugal, no âmbito do pensamento computacional, programação e robótica, importa salientar que este capítulo se centra, essencialmente, no ensino regular e no currículo informal, nas atividades extracurriculares. Acautelando à partida, que não inclui, especificamente, o trabalho que se desenvolve no ensino profissional, também já designado como vocacional e anteriormente como tecnológico de informática. Uma vez, que os alunos que frequentam as vias profissionais na área de informática, sempre tiveram no seu currículo programação por código, como por exemplo HTML, C, C#, C++, Java, Javascript, entre outras, bem como os processos necessários em torno da programação. Embora, possamos considerar que a forma de abordagem, as estratégias e as metodologias possam, nesta fase, ter sido influenciadas pelo movimento da introdução da programação e robótica no ensino básico.

Para que se entenda melhor o percurso realizado, a este nível, é importante compreender como se organizam os ciclos de ensino no sistema educativo português.

O sistema de ensino obrigatório está dividido em quatro ciclos, sendo que os alunos iniciam aos 6 anos de idades e devem terminar, caso façam o percurso na idade certa, por volta dos 18 anos. A seguir colocamos um esquema que mostra como se estrutura o sistema educativo por ciclo e anos de escolaridade.

Figura 4 - Ciclos do Sistema de Ensino em Portugal



Voltando, agora, ao tema central - o pensamento computacional, na programação e na robótica - e ao mapeamento dos documentos e normativos oficiais, verificamos que estes surgem oficialmente, inscritos no currículo formal, do ensino básico, pela primeira vez no ano de 2012.

Na publicação “Disciplina de TIC competência para a vida” da ANPRI (2016) podemos ler que “em 2011, após discussão pública, a revisão da estrutura curricular viria a ser homologada pelo Decreto-Lei n.º 139/2012 de 5 de julho de 2012, que estabelecia os princípios orientadores da organização e da gestão dos currículos do ensino básico, na qual surge a disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no 7.º e 8.º ano. Segundo as orientações emanadas na altura, esta disciplina iniciava no 7.º ano de escolaridade, garantindo aos alunos mais jovens uma utilização segura e adequada dos recursos digitais e proporcionando condições para um acesso universal à informação, funcionando sequencialmente nos 7.º e 8.º anos”.

Era então incluído, o domínio – Exploração de Ambientes Computacionais - nas metas curriculares⁴ da disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) relativas ao 8.º ano. Pela ilustração anterior, podemos observar que o 8.º ano de escolaridade, corresponde aos alunos com, aproximadamente, 14 anos.

Até esta data, em Portugal, existiam alguns projetos nesta área, também eram dinamizadas pontualmente, por algumas entidades, nas quais a ANPRI se incluía, *workshops*, oficinas, formações e algumas iniciativas para alunos e professores, que decorriam como atividades informais ou extracurriculares, pois não fazia parte do currículo oficial. Contudo, em nosso entender, estas iniciativas foram determinantes para que o pensamento computacional e a programação integrassem o currículo formal.

Foi um princípio, com sabor a pouco, pois, o tempo para desenvolver esta abordagem, no currículo, era muito diminuto.

Ano letivo, após ano letivo os movimentos sobre a inclusão da programação ou código pelo mundo aumentavam de intensidade e dimensão. Em Portugal, a título informal, também se continuavam a organizar iniciativas. Por outro lado, fomos insistindo e apresentando propostas ao Ministério da Educação para criação de um projeto de programação e o reconhecimento dos clubes de programação e robótica. Pois, dada a crise económica instalada no país e os sucessivos cortes na educação, havia poucas horas para lecionar a disciplina de TIC e Informática. Assim, alguns professores começaram a criar clubes de robótica nas suas escolas, encontrando neles uma forma de alimentar o gosto pela arte de ensinar.

⁴Metas Curriculares da disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação de 7.º e 8.º ano, disponíveis em https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb_tic_7_e_8_ano.pdf, acedidas as 23 de abril de 2020.

Em outubro de 2014, o Ministério de Educação, pela mão da Direção Geral de Educação organiza o primeiro evento oficial, a nível nacional, no âmbito da *Codeweek*³⁴. No final deste, começa a evidenciar-se a necessidade, bem como a vontade de fazer nascer um projeto de caráter nacional, pois as iniciativas informais eram cada vez mais frequentes.

Durante este ano letivo (2014/2015) é criada a Rede Nacional de Clubes de Programação e Robótica (CPR)³⁵, reconhecendo assim, os clubes já existentes e fomentando a criação de novos clubes noutras escolas. Os clubes contribuem para o desenvolvimento do pensamento computacional, da programação e da robótica, ainda que, dinamizem atividades extracurriculares e sejam de frequência opcional. Assumem um papel de inclusão, pela positiva, ou seja, integram os alunos que procuram saber mais nestas áreas, bem como a realização de projetos e a participação em competições nacionais e internacionais, nas áreas da programação e da robótica.

No início do ano 2015, a Direção Geral de Educação, tendo como parceiros a Associação Nacional de Professores de Informática (ANPRI), a Microsoft, o Centro de Competências TIC da Universidade de Évora e o da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Setúbal, em conjunto desenharam o projeto, as linhas orientadoras e a formação de professores daquele que viria a ser o projeto de “Iniciação à programação no 1º ciclo”³⁶. Em torno, do qual, se viria a criar um grande movimento, com muita vontade de mudar e muito empenho por parte dos professores. A formação de professores, sobre como trabalhar o pensamento computacional e a programação para alunos, desta faixa etária, começa em junho de 2015 e o projeto inicia nas escolas com alunos, em setembro do mesmo ano.

No final do primeiro ano de implementação do projeto, em 2016, surge a necessidade de introduzir formalmente, a robótica, pois, algumas escolas já o estavam a fazer autonomamente. Assim, por solicitação da Direção Geral de Educação a equipa da ANPRI elaborou as linhas orientadoras para a robótica³⁷ e simultaneamente desenvolvemos o Robot Anprino. Projeto, do qual, falaremos mais adiante.

O projeto de “Iniciação à programação no 1º ciclo” foi implementado durante dois anos letivos, no fim dos quais foi reestruturado. Por via da mudança de governo e conseqüentemente, do Ministério da Educação, a história repete-se. Quando muda a tutela que nos governa, mudam também as políticas e as ideologias educativas. Em 2017, o projeto passou a denominar-se

³⁴<https://codeweek.eu/>, acessado a 23 de abril de 2020.

³⁵Rede Nacional de Clubes de Programação e Robótica, disponível em <https://erte.dge.mec.pt/clubes-de-programacao-e-robotica>, acessado a 23 de abril de 2020.

³⁶Projeto Iniciação à Programação no 1.º Ciclo do Ensino Básico, disponível em <HTTPS://WWW.ERTE.DGE.MEC.PT/INICIACAO-PROGRAMACAO-NO-1O-CICLO-DO-ENSINO-BASICO>, acessado a 23 de abril de 2020.

³⁷Linhas orientadoras para a robótica, disponível em https://www.erte.dge.mec.pt/sites/default/files/linhas_orientadoras_para_a_robotica.pdf, acessado a 23 de abril de 2020.

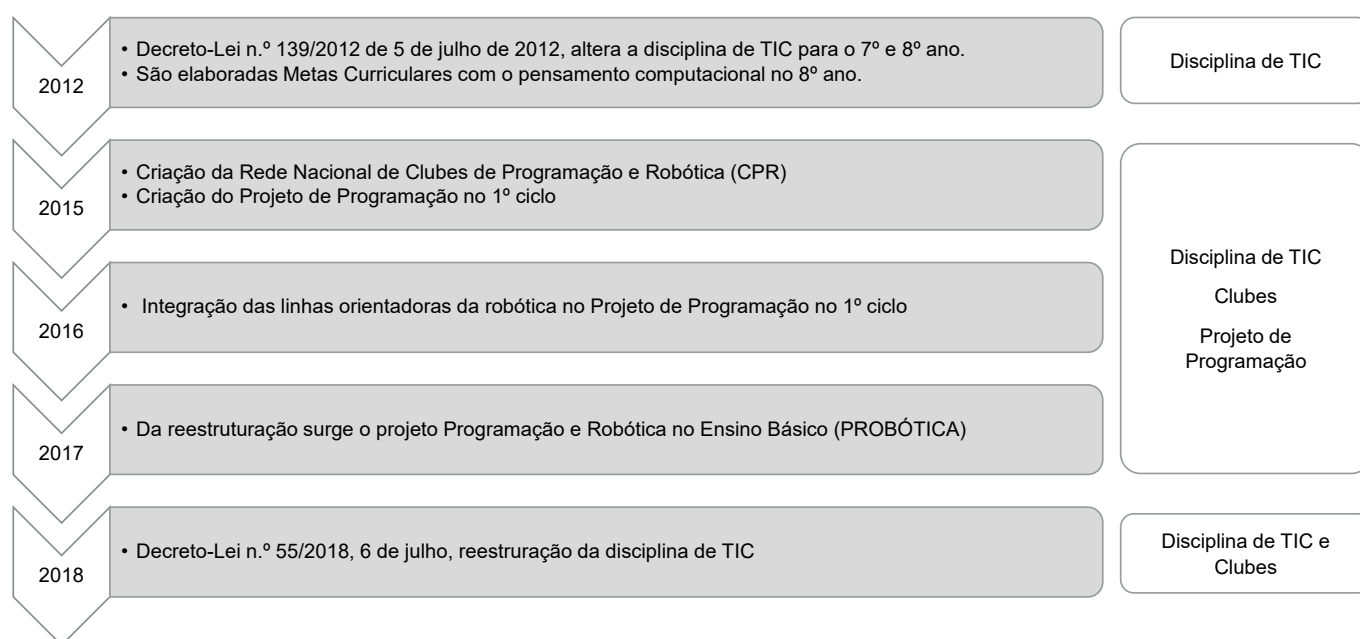
Programação e Robótica no Ensino Básico (PROBÓTICA)³⁸, sendo alargado ao 2º e 3º ciclos de ensino básico. Todavia era o fim pré-anunciado do projeto.

Em simultâneo, a nova tutela do Ministério da Educação dava início ao Projeto da Flexibilidade e Autonomia Curricular, no âmbito do qual foram elaborados novos documentos orientadores, agora, denominados por “aprendizagens essenciais”, para as diversas disciplinas, incluindo para a disciplina de TIC.

A disciplina de TIC foi novamente reestruturada, tal como nos havia sido prometido. Porém, o tempo para implementar a disciplina nas escolas é cada vez menos.

A seguir apresentamos um esquema que sistematiza o percurso anteriormente descrito, no sistema educativo português.

Figura 5 - Mapeamento, dos momentos, nos quais foi introduzido, alterado ou terminado situações, nas quais se desenvolvia o pensamento computacional, a programação e a robótica.



Terminado o mapeamento do trajeto nacional, desde o ano 2012, à luz do nosso olhar, consideramos ter passado pelos momentos principais, nos quais foi adicionado, alterado ou eliminado alguma iniciativa que envolvesse pensamento computacional, programação e robótica. A seguir iremos desenvolver, com mais detalhe, algumas iniciativas de formação de professores e projetos, no âmbito da robótica, que foram implementados pela Associação Nacional de Professores de Informática.

³⁸Projeto de Programação e Robótica no Ensino Básico, disponível em <https://www.erte.dge.mec.pt/programacao-e-robotica-no-ensino-basico-0>, acedido a 23 de abril de 2020.

Criar (com) o Robot Anprino

Nenhum aluno pode ser deixado para trás. Foi com esse lema que, em 2016, nasceu o projeto de robótica educacional - Robot Anprino. Criado por professores, pensado para professores e alunos, que tira partido do *hardware* de baixo custo, programação por blocos e impressão 3D para facilitar o acesso de todos à programação e robótica.

Pressupostos de criação

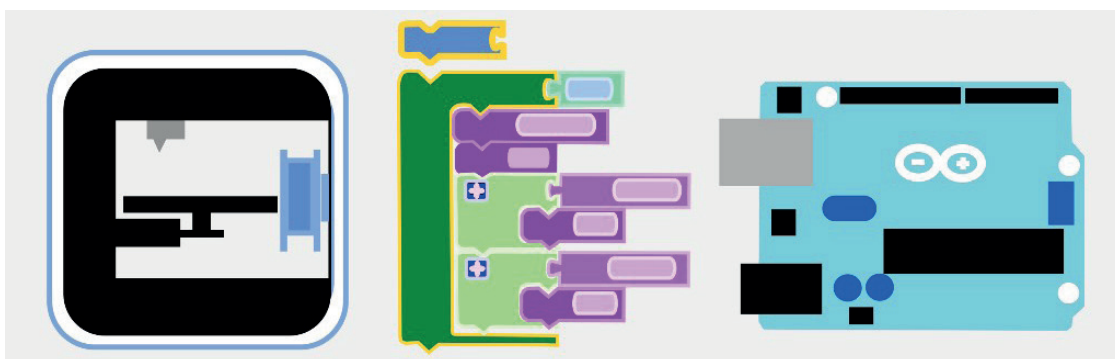
Como, referimos, anteriormente, em 2016, foram elaboradas e homologadas as linhas orientadoras para a introdução à robótica pela Direção Geral de Educação do Ministério da Educação. Equipa que integrávamos. Contudo, no decurso deste trabalho identificámos vários constrangimentos à implementação da robótica nas escolas. Um deles, voltando a recuar, até esta data, seria a disponibilidade e diversidade de kits de robótica educacionais no mercado português. Enunciava-se como um grande problema, pois, os modelos que existiam eram poucos e o custo era elevado. Investir nestes equipamentos representava um esforço financeiro que muitas escolas não seriam capazes de levar a cabo. Por outro lado, era importante que os professores compreendessem, quer para dar resposta à falta de recursos económicos, quer como meio de enriquecer o processo de aprendizagem, que podiam construir os seus próprios robots.

Perante esta situação, criamos, então, mais dois grupos de trabalho. Um deles, na modalidade de formação de professores, para criar cenários/tapetes de robótica sobre temas do currículo, de que falaremos mais adiante. O outro grupo de trabalho para desenvolver um robot que pudesse ser feito em qualquer escola.

O Centro de Formação de Professores da ANPRI já dinamizava formação no âmbito da modelação e impressão 3D e também sobre placas eletrónicas, como a arduino. Foi na junção de alguns formadores destas duas áreas, que nunca tínhamos experimentado, anteriormente, que foi criado o Robot Anprino.

O foco esteve nas abordagens construcionistas, partindo do trabalho de Seymour Papert, pioneiro em abordagens *low floor, high ceiling* que possibilitaram a explosão criativa de possibilidades. Então, assente na placa arduino, que é *open source* e de baixo custo, em objetos modelados e impressos na impressora 3D e na aplicação ardublocky, surge este projeto, envolto em muitos afetos.

Figura 6 - Sobre os componentes do projeto placas eletrônicas, impressão 3D e programação.



Tecnologias abertas e de baixo custo

Na base tecnológica do robot anprino estão tecnologias *open source* e hardware de baixo custo. Tendo em conta a nossa experiência com a placa arduino, tornou-se a escolha óbvia, quer pelo seu custo acessível e desenvolvimento aberto. Para facilitar a montagem do robot, evitando a confusão de cablagens, optou-se por usar de placas de expansão, por exemplo uma *base shield*, facilitando a incorporação de motores, sensores e atuadores através de encaixes funcionais, cobertos com plástico de forma a proteger os pins e as mãos dos alunos.

Figura 7 - Desenvolvimento do robot anprino



Adaptabilidade e reconfiguração

A adaptabilidade do robot aos vários cenários de uso, está assegurada pela forma como tira partido das tecnologias de manufatura aditiva. Todos os elementos não eletrónicos deste robot foram concebidos para impressão 3D, usando técnicas simples. O objetivo é duplo. Por um lado, permite às escolas que disponham de impressora 3D imprimir as peças que necessitarem. Por outro, facilita o redesign do robot, ou a criação de novos elementos que expandem as suas capacidades.

Os ficheiros estão disponíveis no *website* do projeto. Podem ser descarregados e alterados por qualquer professor e aluno, que pretenda montar ou recriar um robot anprino.

Outra característica que a impressão 3D facilita, é o facto de poder ser impresso em qualquer cor, afastando-se da cor padrão dos robots, de cor cinza e aproximando-se das crianças pela construção em cores fortes e multicolor. A cor e os modelos de uma forma sublime transpõem a questão do género.

Inicialmente, o projeto incluía três kits base. O robot anprino arthur que é radiocontrolado por Bluetooth recorrendo a apps para tablet ou telemóveis; A anprina nandy, a mais autónoma porque tem um sensor de ultrassons. E também o robot anprino luís, que permite explorar a vertente segue-linhas, recorrendo ao uso de tapetes com percursos baseados em linhas. No entanto, estas bases não são estanques, e é encorajado o desenvolvimento sobre elas. O robot é configurável de acordo com as necessidades dos projetos e a criatividade dos utilizadores.

ArduBlocky para a Anprino

Ao questionarmo-nos como deveria ser definido o ambiente de programação do robot Anprino levantaram-se várias situações. Os professores de informática, o nosso principal público, lecionam às crianças, mas também aos alunos do ensino profissional. Ao ter de optar entre programação por blocos ou código, não conseguíamos da resposta a todos os nossos alunos.

A programação por blocos, tem dados provas de uma grande eficácia para a aprendizagem da lógica da programação, sendo utilizada por alunos de várias faixas etárias que se estão a iniciar no conhecimento de uma linguagem de programação. Foi neste contexto, que a Google criou um ambiente visual de programação, denominado blockly, permitindo o arrasto e encaixe de blocos a fim de elaborar um algoritmo lógico. Neste ambiente, o que é programado em blocos, pode ser convertido numa das mais populares linguagens de programação, tais como *javascript*, *php*, *python*, entre outras.

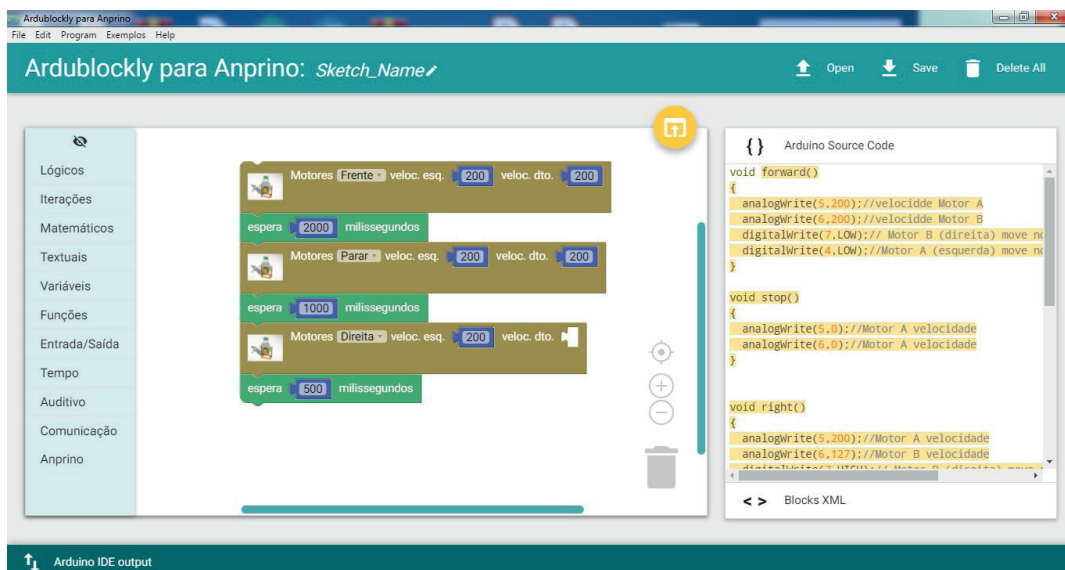
Perante o trabalho desenvolvido pela Google, disponibilizado de forma livre, e com um forte apelo ao desenvolvimento, entendemos, que este modelo seria o mais adequado para o desenvolvimento de um ambiente de programação do robot Anprino.

A versão Ardublockly, foi criada por Carlos Pereira Atencio, apresentando-se como um ambiente extremamente completo, com uma grande preocupação estética e de muito fácil utilização. O seu sítio *web* refere como uma das principais características a possibilidade de gerar código para arduino, através de arrastar e soltar blocos, envio direto do código para a placa, etiquetas de informação de cada bloco e multiplataforma.

Contudo, a composição do robot Anprino não se limita à utilização de uma placa Arduino. Inclui também, uma *shield* de motores, uma base *shield*, sensor ultrassons, sensor de infravermelho e módulo de *bluetooth*. Assim, o nosso trabalho de desenvolvimento consistiu em criar os blocos necessários para o controlo dos motores e dos sensores utilizados do robot, bem como a tradução integral para língua portuguesa, nomeadamente, por causa dos alunos do ensino básico.

O ambiente *Ardublockly* para *Anprino* permite que os alunos, tendo ou não conhecimentos de programação, possam instruir o robot de uma forma simples e sem dificuldades na concretização dos desafios. A frustração, que muitas vezes acontece, de alunos que estão a iniciar-se na programação, com erros de tipo sintático é reduzida, já que o código é gerado automaticamente em linguagem C através do encaixe dos blocos. Além disso, o ambiente permite a visualização do código gerado em formato texto, paralelamente à elaboração de um algoritmo em blocos. Este facto, permite ao aluno uma evolução natural para a aprendizagem da linguagem de programação C, que é a linguagem de excelência da placa arduino.

Figura 8 - Ambiente de programação ardublockly para anprino



A organização do ambiente define um conjunto de categorias, organizadas por cores e por tipo de instruções. Existe uma secção para operações matemáticas, portas analógicas, portas digitais, estruturas de decisão, ciclos, comunicações, entre outras. E a secção anprino composta pelos blocos específicos para utilização das placas e sensores utilizados no robot.

Conseguiu-se, assim, um modelo de programação de fácil compreensão, intuitiva e de manuseamento acessível, com blocos para os alunos mais novos, mas que se pode converter em programação com código para aos alunos do ensino secundário e profissional.

O sítio *web* do Robot Anprino³⁹, também, se constitui como centro de recursos. Nele, pode ser descarregado o *software* necessário para programar o robot - Ardublockly para Anprino. São, ainda, disponibilizadas sugestões de montagem, exemplos de programação, e cenário de aprendizagem que utilizaram o robot Anprino como elemento na construção de conhecimento pelas crianças.

Aprender para lá da robótica

O Robot anprino é fornecido em kit, e parte do desafio é montá-lo, seguindo as configurações sugeridas ou encontrando novas formas de assemblagem. Com isto, os alunos aprendem fazendo, através da experiência direta com componentes eletrónicos, bem como um maior envolvimento com o objeto final, que saiu das suas mãos. Fomentam-se aprendizagens mais ricas. Durante o processo os alunos aprendem experimentando, através de tentativa e erro, incorporando elementos da cultura maker (*hands on, faça você mesmo*).

Figura 9 - Integração da programação do robot anprino, durante a aula da disciplina de TIC



³⁹Sítio web do <http://www.anpri.pt/anprino/>

No âmbito do projeto robot anprino apostamos, também, no desenvolvimento de cenários /tapetes para os robots. A criação dos tapetes permite-nos o cruzamento de conhecimento trans e interdisciplinar, no qual, a programação e robótica são elementos fundamentais para que, de forma prática, os alunos adquiram ou consolidem conhecimentos noutras áreas. Neste âmbito, foram desenvolvidos em diferentes contextos diversos cenários envolvendo as Artes, História, Ciência e outras áreas. Alguns elaborados em contexto de formação de professores, como faísca para uso em sala em sala de aula.

Figura 10 - Exemplos de projetos desenvolvidos na formação de professores



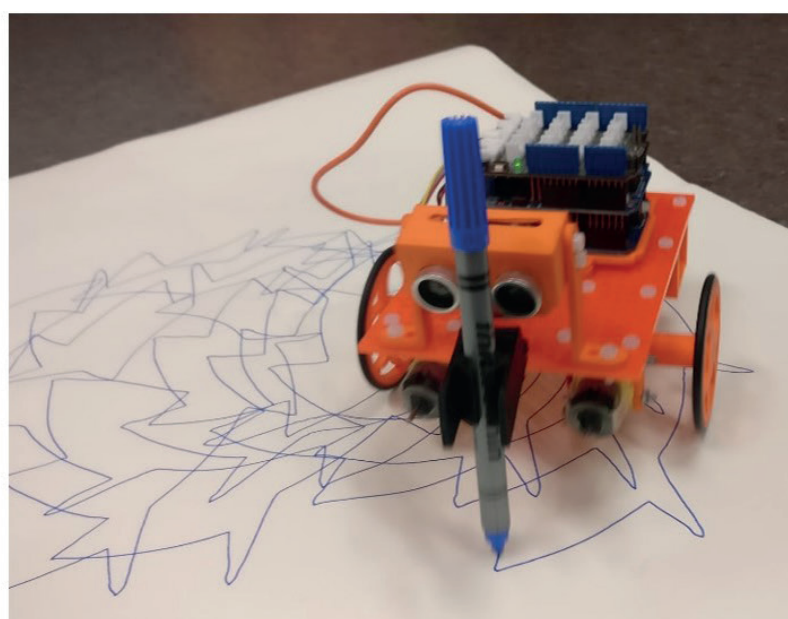
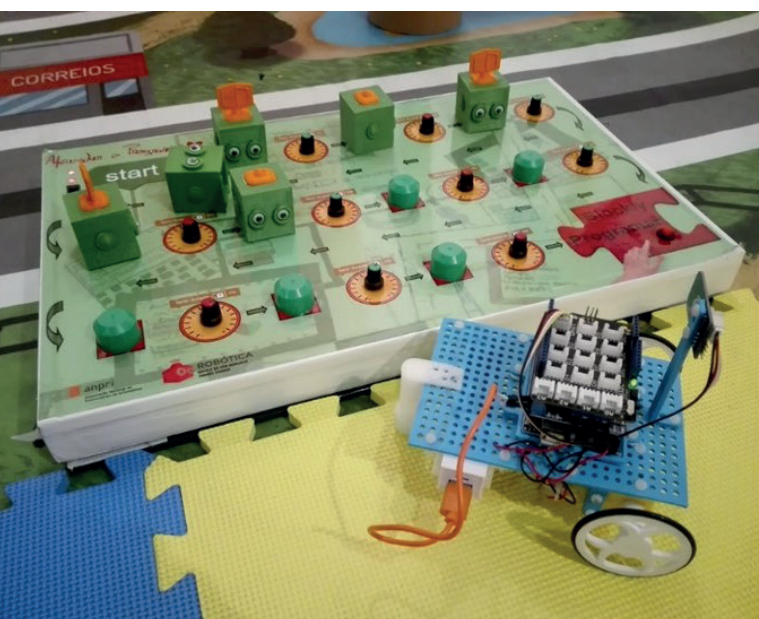
Outros foram elaborados nas escolas, no âmbito da utilização pedagógica do robot anprino em projetos disciplinares ou clubes de robótica.

Figura 11 - Projeto no Agrupamento de Escolas de Alijo



No decorrer do projeto, foram criados outros modelos e acrescentados acessórios e sensores. Como por exemplo, a robot anprina nana, uma robot programável que incorpora tecnologia IoT (Internet das coisas). Ou o acessório impresso em 3D, que permite ao robot pintar recorrendo a um lápis ou marcador. Também os professores e alunos do Agrupamento de Escolas de São Gonçalo criaram um tabuleiro de programação desenhado para crianças pré-alfabetizadas que pode ser utilizado com o robot anprino.

Figura 12 - Robot Anprino



O projeto robot anprino cresceu ao longo destes 4 anos, mas também o panorama mudou, em 2020 no mercado já se encontra uma grande variedade de kits de robótica, dos pré-construídos aos abertos, dos simples para crianças pré-alfabetizadas aos complexos para alunos avançados. Conta-se, também, com a contribuição de projetos vindos da comunidade maker ou académicos.

Projeto ArdRobótica: Cenários de Aprendizagem com Programação, Robótica, Eletrónica, Drones e Outros Artefactos

O Projeto **ArdRobótica** é uma iniciativa promovida pela Associação Nacional de Professores de Informática (ANPRI) nas áreas da programação, robótica, placas eletrónicas, internet das coisas, drones e outros artefactos. Surge em 2018, após o término do projeto Probótica dinamizado pelo Ministério da Educação. Pois, entendemos, que era preciso continuar a fomentar a formação de professores, nesta área, atendendo, também, ao caminho já percorrido. A robótica educativa tinha vindo a afirmar-se, progressivamente, em contexto educativo, ao longo dos últimos anos. Por outro lado, a disciplina de TIC tinha sido, novamente, reestruturada, integrando algumas aprendizagens essenciais que permitiam a dinamização de atividades no âmbito do pensamento computacional, programação e robótica. Por isso, era importante e necessário, apoiar o mento profissional dos professores, nomeadamente, na área da robótica, placas eletrónicas e outros artefactos, uma vez que era, ainda, a menos utilizada de forma mais generalizada.

Assim, o projeto ardrobótica permitia que os professores nas suas escolas fomentassem a ligação entre a programação, a eletrónica, a física, a matemática, as áreas artísticas, bem como as outras áreas do saber, favorecendo o trabalho colaborativo entre professores.

A primeira fase do projeto decorreu, entre janeiro e maio de 2019, em ambiente de formação para os professores, na modalidade de oficina de formação. As oficinas de formação dividem-se em duas partes, a parte formativa e de planeamento de atividades e a parte de trabalho autónomo, no qual é suposto os professores experimentarem em sala de aula com alunos ou em atividades extracurriculares. Por isso, a participação dos professores no Projeto ArdRobotica implicava que, o mesmo, fosse estendido à sala de aula, clube, ou outro ambiente de aprendizagem formal ou informal, para que os alunos concebessem e desenvolvessem projetos.

As oficinas de formação decorreram em Braga, Porto, Torres Vedras, Guimarães, Penafiel, Guarda, Lisboa e também *online*. Participaram na formação 208 professores distribuídos por 10 oficinas de formação.

A diversidade de contextos que integraram projetos de robótica, conduziu-nos à seleção do conceito de “cenário de aprendizagem” que pela sua abrangência permitia elaborar um planeamento específico para cada escola, tão contextualizado, quanto possível.

Um cenário de aprendizagem é composto por um conjunto de elementos que descrevem o contexto, no qual a aprendizagem se desenvolve. Estes cenários são condicionados por fatores como o conhecimento de cada professor, fatores relacionados com os papéis dos diferentes atores (professores e alunos) intervenientes no processo, mas também pelos equipamentos (robots, placas eletrónicas, drones e outros artefactos) que cada escola possui, para além do tempo que têm para implementar este tipo de projetos, quer no âmbito do currículo, quer como atividades de enriquecimento curricular ou extracurriculares, por exemplo nos clubes de programação e robótica.

Os ambientes de aprendizagem criados no âmbito da implementação deste projeto, em cada escola, deveriam integrar a tecnologia, independentemente da solução escolhida ou disponível, conciliando as metodologias que privilegiem o saber fazer e também estabelecer articulações com os conteúdos das áreas curriculares e/ou transversais.

Esta diversidade de contextos foi muito enriquecedora, como podemos observar nas imagens a seguir.

Figura 13 - Construção do Jogo Orienta-te

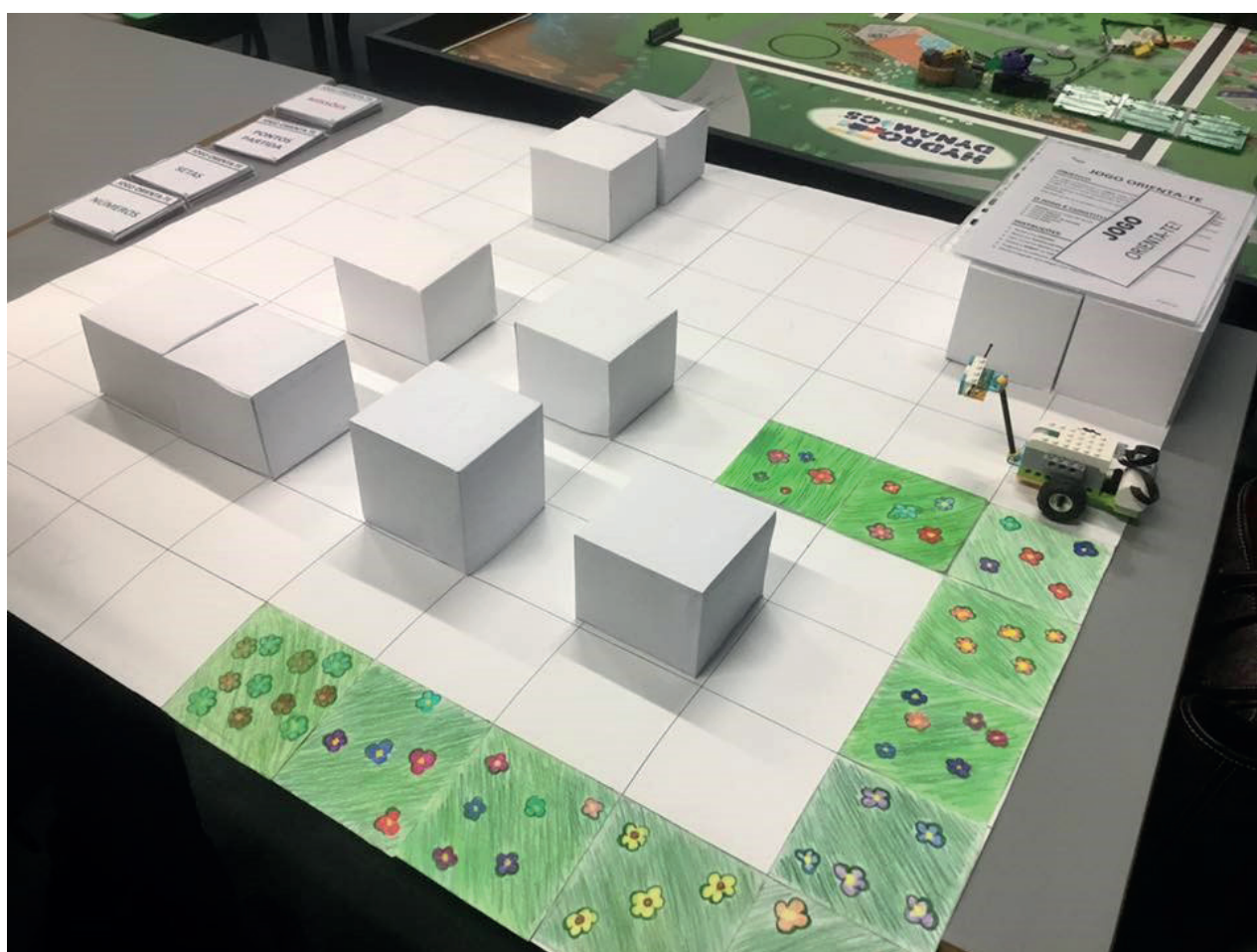
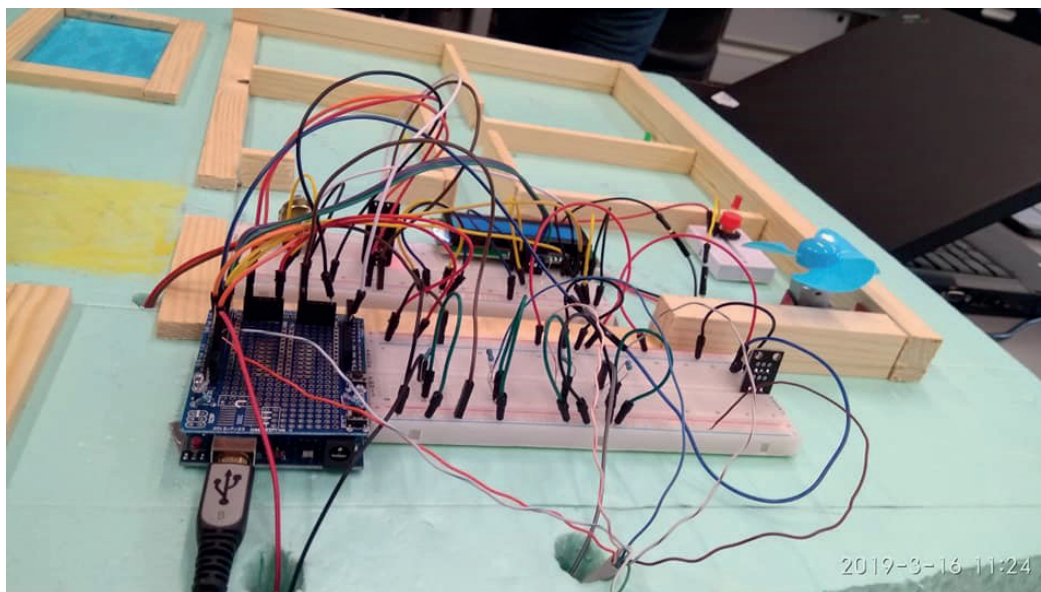


Figura 14 - Construção de um projeto com arduino

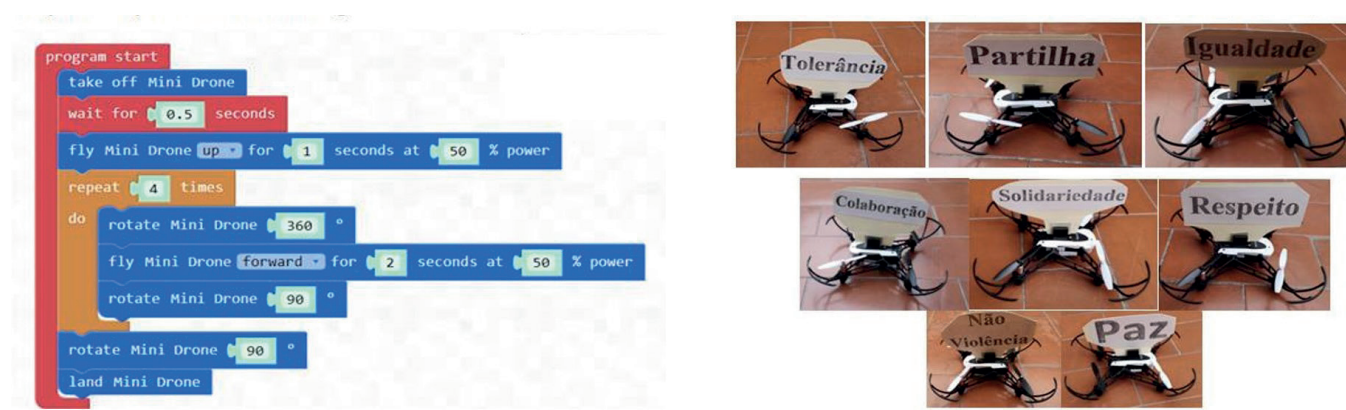


A atividade seguinte foi desenvolvida para comemorar o “dia da não violência e da paz”, sendo programada com drones, pelos alunos do 10º ano do Clube de Programação e Robótica de Seia.

Cada aluno usava um smartphone para programar o drone. Todos fizeram o mesmo bloco de programação na plataforma edu.workbencheducation.

Foram elaboradas etiquetas com as palavras e colocadas nos drones com cliques e também programada uma coreografia para realizar com os drones a voar.

Figura 15 - Elaboração de um projeto com drones programáveis



São apenas, alguns exemplos dos inúmeros projetos desenvolvidos. Em junho de 2019, por altura do término do projeto procedemos à avaliação da iniciativa através de um formulário *online*, no qual participaram 103 professores dos que estiveram envolvidos nas oficinas

de formação. A seguir apresentamos os resultados dessa avaliação. Iniciando pela caracterização da amostra:

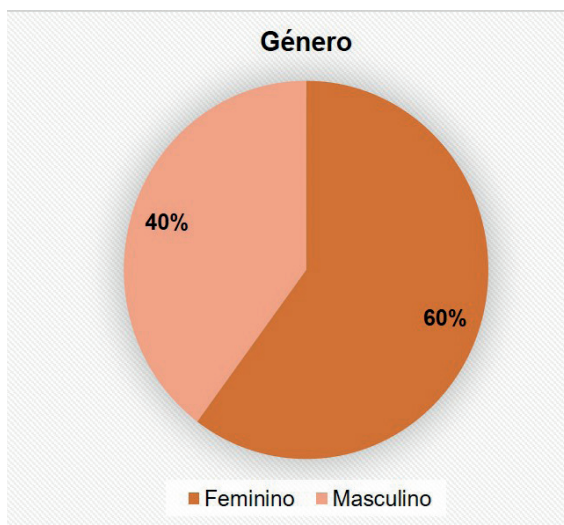


Gráfico 1 - Distribuição dos professores que responderam ao questionário de avaliação, por gênero.

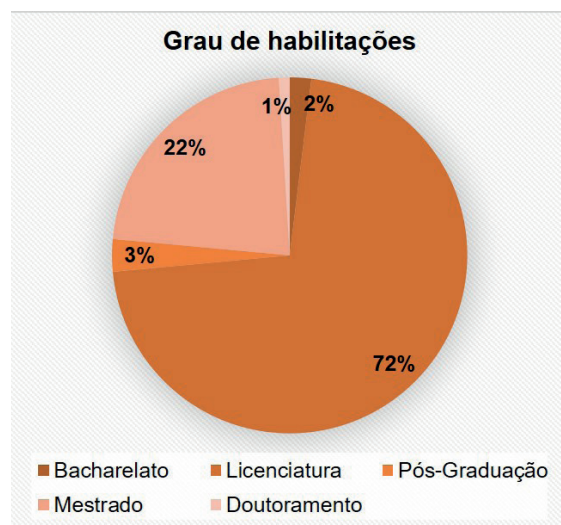


Gráfico 2 - Distribuição dos professores que responderam ao questionário de avaliação por grau de habilitações.

Pelos dados obtidos podemos verificar que 60% dos docentes inquiridos, entre os participaram no projeto eram do gênero feminino e 72% eram licenciados. Havia, também, 22% dos docentes inquiridos que eram mestres.

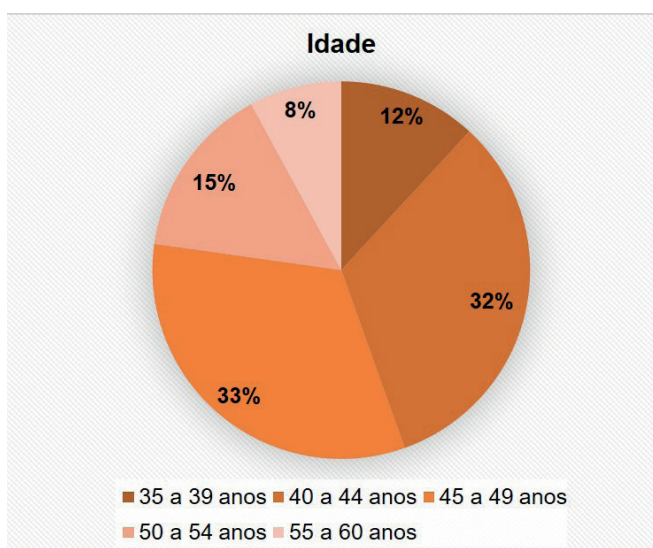


Gráfico 3 - Distribuição dos professores que responderam ao questionário de avaliação, por idade.

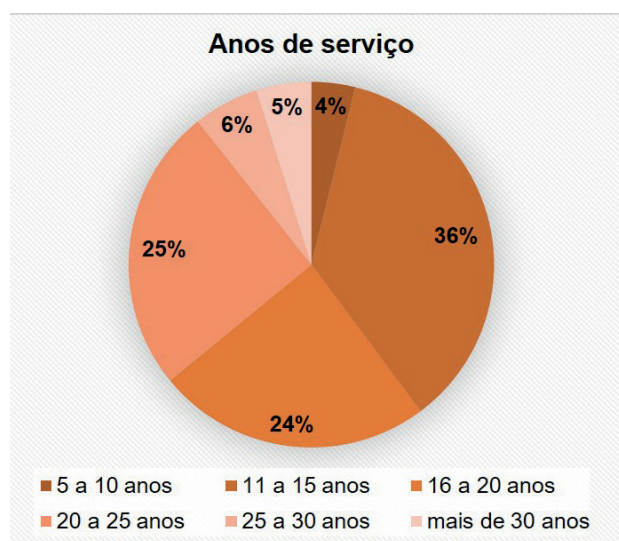
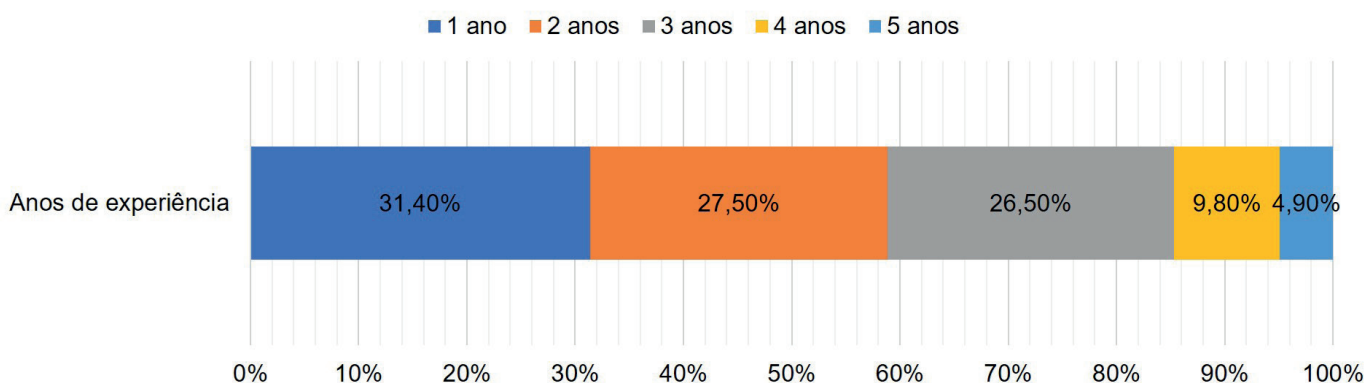


Gráfico 4 - Distribuição dos professores que responderam ao questionário de avaliação, por anos de experiência na docência.

Aproximadamente 65% dos professores que participaram tinham entre 40 a 49 anos. Curiosamente 96% dos docentes tem mais de 10 anos de serviço.

Questionamos, também, os professores sobre há quantos anos ensinavam robótica, antes desta formação. Como podemos observar aproximadamente 59% dos professores que participaram no projeto, iniciaram a sua experiência na área da robótica há menos de 2 anos, sendo que destes, 31% é mesmo o seu primeiro ano. O que confirma que esta é uma área, relativamente recente, pelo menos de forma mais alargada, no contexto educativo, para a maioria dos professores.

Gráfico 7 - Distribuição dos professores que responderam ao questionário de avaliação, por anos de experiência no ensino da robótica, antes da formação.



Quisemos saber em que ciclos de ensino lecionam os professores envolvidos. Obtivemos os resultados que a seguir apresentamos.

Tabela 1 - Distribuição dos professores que responderam ao questionário de avaliação por níveis de ensino que lecionam.

	Frequência Relativa
1º ciclo	15%
2º ciclo	35%
3º ciclo	61%
Ensino Secundário	70%
Nenhuma destas opções	18%

É importante salientar que, no sistema de ensino Português, os professores podem lecionar vários ciclos de ensino em simultâneo. Contudo a maioria dos inquiridos, mais de 60% leciona a alunos do 3º ciclo e ensino secundário.

Tabela 2 - Distribuição dos professores que responderam ao questionário de avaliação, pelos motivos que os levaram a interessar, por frequentar formação na área da robótica.

	Frequência Relativa
Lecionar disciplinas na área da informática, nas quais os temas abordados podem ser incluídos	69,9%
Planear incluir a robótica nas aulas pela primeira vez	20,4%
Considerar se queria ou não incluir a robótica nas aulas	2,9%
Não planear incluir a robótica nas aulas, mas querer aprender mais	1,9%
Planear incluir robótica num projeto	1,0%
Pertencer ao clube de robótica da escola	1,0%
Querer iniciar um clube de robótica na escola	1,9%
Para dar apoio às provas de aptidão profissional	1,0%
Total	100,00%

Os resultados obtidos permitem-nos inferir que quase 70% dos professores inquiridos, entende, que os temas abordados podem ser incluídos, nos conteúdos das disciplinas que lecionam.

Tabela 3 - Distribuição dos professores que responderam ao questionário de avaliação sobre quais as suas preocupações, na área da robótica, após conclusão da formação.

As dimensões a seguir apresentadas foram avaliadas, através, de uma escala de intensidade de 1 a 4, com a seguinte correspondência 1. Não é uma preocupação e 4. A minha maior preocupação.

	Não é uma preocupação	Preocupação Menor	Preocupação Séria	A minha maior preocupação
Decidir incluir a robótica nas aulas	47,4%	29,9%	16,5%	6,2%
Compreender melhor a área da robótica	12,0%	27,0%	50,0%	11,0%
Compreender o que o ensino da robótica exige	12,4%	22,7%	55,7%	9,3%
Descobrir o que os alunos precisam de saber	5,1%	23,2%	59,6%	12,1%
Preparar-se para ministrar aulas na área da robótica	9,0%	20,0%	53,0%	18,0%

Avaliar a capacidade de ensinar robótica	7,0%	25,0%	52,0%	16,0%
Melhorar a forma como ensinar robótica	5,1%	14,3%	57,1%	23,5%
Melhorar os resultados de aprendizagem dos alunos	5,0%	7,9%	56,4%	30,7%
Trabalhar com outras pessoas no sentido de melhorar a forma como a robótica é ensinada	8,0%	18,0%	55,0%	19,0%

Os resultados obtidos mostram que para a maioria os professores inquiridos são uma preocupação séria quase todos os itens avaliados, exceto a inclusão da robótica nas suas aulas. O resultado do primeiro item pode estar relacionado com os resultados obtidos numa questão anterior, na qual a maioria refere ter oportunidade de incluir a robótica nos conteúdos das suas disciplinas.

Os professores preocupam-se com os conhecimentos que têm, e com a preparação que precisam para integrar a robótica nas suas aulas. Relativamente aos alunos, a maioria dos professores evidencia preocupar-se com o que eles devem aprender, no âmbito da robótica e como isso pode melhorar os resultados de aprendizagem.

Também o trabalho colaborativo para a maioria dos professores uma preocupação séria ou a maior.

Tabela 4 - Distribuição da concordância sobre o ensino das Robótica, dos professores que responderam ao questionário após o término da formação.

As dimensões a seguir apresentadas foram avaliadas, através, de uma escala de medida de intensidade de 1 a 5, com a seguinte correspondência 1. Discordo vivamente e 5. Concordo plenamente.

	Discordo Vivamente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo plenamente
Ensino robótica com entusiasmo			7,9%	53,5%	38,6%
Estou confiante na minha capacidade de ensinar robótica		5,0%	7,9%	60,4%	26,7%
Sei como tornar a robótica interessantes para todos os alunos		3,0%	17,8%	59,4%	19,8%

	Discordo Vivamente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo plenamente
Tenho os conhecimentos e as competências de que preciso para ensinar robótica eficazmente		8,0%	26,0%	54,0%	12,0%
Tenho o currículo, as ferramentas e os recursos de que preciso para ensinar robótica eficazmente	1,0%	16,0%	30,0%	45,0%	8,0%
Sei avaliar formalmente a aprendizagem e o desempenho dos alunos em Robótica		5,9%	27,7%	51,5%	14,9%
Tenho um grupo de colegas de confiança que me ajudam a ensinar robótica eficazmente		11,1%	17,2%	49,5%	19,2%
Sei como encontrar conteúdo curricular útil sobre robótica		10,1%	17,2%	57,6%	15,2%
Sei como traçar percursos profissionais na área da Robótica para os alunos		9,9%	32,7%	42,6%	14,9%

A maioria dos professores inquiridos concorda com as diferentes dimensões apresentadas sobre o ensino da robótica. Os itens, nos quais, se verifica menos concordância estão relacionadas com “ter recursos os necessários para o ensino da robótica”, o trabalho colaborativo entre pares e a capacidade de traçar novos percursos na área da robótica.

Tabela 5 - Distribuição da concordância sobre o que conseguiram adquirir nesta formação, dos professores inquiridos.

As dimensões a seguir apresentadas foram avaliadas, através, de uma escala de medida de intensidade de 1 a 5, com a seguinte correspondência 1. Nenhum e 5. Tudo.

	Nenhum	Algum	Cerca de metade	A maioria	Tudo
Conhecimentos gerais sobre conteúdos de robótica		16,8%	16,8%	48,5%	17,8%
Os materiais e as ferramentas que tem para ensinar robótica	1,0%	16,8%	18,8%	46,5%	16,8%
A sua rede de aprendizagem profissional/ formação de educadores de robótica		17,8%	21,8%	44,6%	15,8%

A maioria dos professores assume que esta formação foi importante ao nível de conhecimentos, materiais e rede de aprendizagem.

Tabela 6 - Distribuição da concordância dos professores sobre se participação no projeto os levou procurar mais...

	Sim	Não	Ainda não
Mais formação nesta área (em curso/próximo nível)	57%	6%	37%
Colaboração pessoal com outros professores	79%	3%	18%
Colaboração <i>online</i> com outros professores	41%	10%	47%
Currículo (planos de aula/repositório)	57%	5%	37%
Conteúdo prático/interativo	73%	2%	25%
Conteúdo com aplicações reais da robótica	68%	5%	24%
Infraestruturas técnicas (<i>hardware/software/rede</i>)	61%	6%	33%
Apoio dos administradores das Infraestruturas técnicas (<i>hardware/software/rede</i>)	33%	21%	44%
Ligação ao setor tecnológico/da robótica	37%	15%	47%

Uma percentagem significativa assume que esta formação os levou à procura de mais formação, recursos e a estabelecer colaboração com outros professores.

Gráfico 8 - Distribuição do impacto da participação na formação na capacidade de ensinar robótica na perspetiva dos professores inquiridos.

As dimensões a seguir apresentadas foram avaliadas, através, de uma escala de medida de intensidade de 1 a 5, com a seguinte correspondência 1. Muito negativo, 2. Negativo, 3. Pouco/nenhum, 4. Positivo, 5. Muito Positivo.

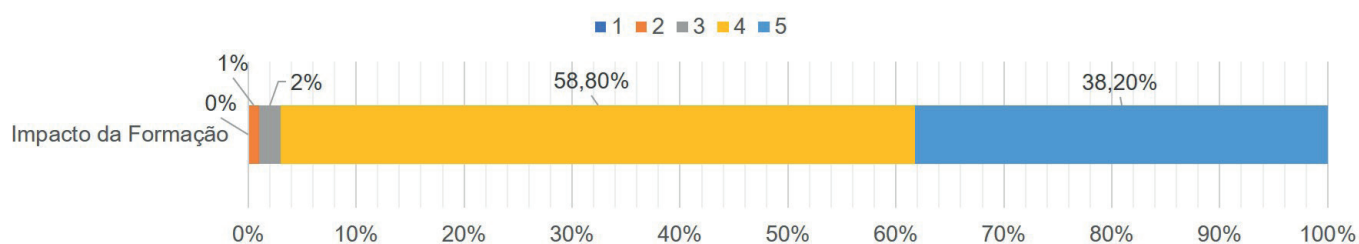


Tabela 7 - Distribuição dos professores inquiridos sobre a implementação nas aulas ou clubes do trabalho realizado na formação.

	Frequência Relativa
Nenhuma	4,9%
Algumas das atividades ou recursos (1/4 ou menos)	13,7%

Algumas das atividades ou recursos (cerca de metade)	18,6%
A maioria das atividades ou recursos (mais de metade)	15,7%
Quase todas as atividades ou recursos (3/4 ou mais)	26,5%
N/O — de momento, não se aplicava nas minhas aulas	20,6%

Pelos resultados obtidos verificamos que 25% não implementou nenhuma atividade ou não se aplicada naquele momento nas suas atividades letivas. Aproximadamente 25% revela ter feito uso dos materiais e atividades.

Tabela 8 - Distribuição dos professores que responderam ao questionário de avaliação pela forma como planeiam integrar a robótica no futuro.

	Frequência Absoluta	Frequência Relativa
Nas aulas das minhas disciplinas	86	83%
Promovendo articulação com disciplinas STEM (biologia, física, matemática etc)	40	39%
Promovendo articulação com disciplinas de humanidades e expressões (por exemplo, artes visuais, línguas, história)	18	17%
Promovendo articulação com outras disciplinas técnicas dos cursos profissionais	51	50%
Num ambiente extracurricular (por exemplo, clubes, <i>atlieres</i> , atividades de enriquecimento curricular, entre outras)	62	60%

Quanto ao futuro 83% dos professores assumem integrar estes conteúdos nas suas disciplinas. 60% em ambiente extracurricular. Relativamente à articulação com outras disciplinas é no ensino profissional que recolhe mais impacto.

A partilha de conhecimentos, práticas, recursos disponíveis na área da robótica foram as dimensões mais valorizadas pelos professores na avaliação da formação. Consideraram muito importante também a realização de trabalho colaborativo entre os colegas do grupo que frequentaram a ação e a preparação de recursos e materiais a utilizar como estratégias motivadoras para o sucesso dos alunos. As preocupações centram-se na falta de equipamentos e na dificuldade de estabelecer trabalho colaborativo na sua escola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANPRI (2016). Disciplina de TIC competências para a vida, Associação Nacional de Professores de Informática, disponível em: http://www.anpri.pt/pluginfile.php/5006/mod_folder/content/0/Balan%C3%A7os%20e%20relat%C3%B3rios%20ANPRI/2016-03%20Publica%C3%A7%C3%A3o%20-%20Disciplina%20de%20TIC%20Compet%C3%Aancias%20para%20a%20vida.pdf?forcedownload=1, acessado a 15 de abril de 2020.

Coelho, A., Almeida, C., Almeida, C., Ledesma, F., Botelho, L., & Abrantes, P. (2016). Iniciação à Programação no 1.º Ciclo do Ensino Básico. Linhas Orientadoras para a robótica. Lisboa: Direção Geral de Educação. Disponível em: https://www.erte.dge.mec.pt/sites/default/files/linhas_orientadoras_para_a_robotica.pdf, acessado a 23 de abril de 2020.

Computational Thinking Task Force (CSTA). Computational think flyer 2015.

Figueiredo, M., & Torres, J. V. (2015). Iniciação à Programação no 1.º Ciclo do Ensino Básico. Lisboa: Direção Geral de Educação. Disponível em: <http://www.erte.dge.mec.pt/iniciacao-programacao-no-1o-ciclo-do-ensino-basico>, acessado a 23 de abril de 2020.

Horta, M.J., Mendonça, F. & Nascimento, R. (2012). Metas Curriculares da disciplina de Tecnologias de Informação e Comunicação de 7º e 8º ano, Direção Geral de Educação, disponível em: https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ficheiros/eb_tic_7_e_8_ano.pdf, acessadas as 23 de abril de 2020.

Papert, S. (1980). *Mindstorms - Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, Inc.

Papert, S. (1993). *The children's machine: Rethinking school in the age of the computer*. New York: Basic Books.

Pedro, A., Matos, J. F., Piedade, J., & Dorotea, N. (2017). *Probótica Programação e robótica no Ensino Básico - Linhas Orientadoras*. Lisboa: Instituto de Educação da Universidade de Lisboa. Obtido em: https://erte.dge.mec.pt/sites/default/files/probotica_-_linhas_orientadoras_2017_-_versao_final_com_capa_0.pdf

Wing, J. (2016) Pensamento computacional –Um conjunto de atitudes e habilidades que todos, não só cientistas da computação, ficaram ansiosos para aprender e usar. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 9, n. 2. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/4711>>. Acesso em: 20 de abril de 2020

IA NA EDUCAÇÃO: OPORTUNIDADES E PREOCUPAÇÕES

Marco Neves¹¹, Wayne Holmes¹²

Introdução

Ao longo da história, a humanidade desenvolveu inúmeras tecnologias transformadoras - desde a roda e a escrita, à imprensa e eletricidade de Gutenberg - cada uma das quais contribuiu para a forma como moldamos as nossas vidas, as nossas crenças, e as nossas convicções. Atualmente, um novo conjunto de tecnologias permeia cada vez mais todos os componentes e estruturas das nossas vidas - desde a previsão do tempo à negociação na bolsa, da contabilidade ao recrutamento, e do auto-jornalismo aos veículos autónomos - tecnologias que são coletivamente conhecidas como Inteligência Artificial.

De particular interesse para os leitores deste livro, a Inteligência Artificial (IA) está também a ter um impacto crescente na educação e nas práticas educativas. Consequentemente, é importante que todos os educadores (bem como os decisores políticos, pais e estudantes) compreendam como a IA está a ser incorporada nas práticas da sala de aula (o que poderíamos chamar aprendizagem *com* IA). Naturalmente, o objetivo de aplicar a IA na educação é sempre o de melhorar a aprendizagem dos alunos. Mas, para além deste benefício potencial, temos também de considerar as diferentes formas como a IA pode também afetar negativamente os nossos jovens, com questões como a privacidade dos dados, agência estudantil e caixas negras, para citar apenas algumas. Paralelamente, os educadores também têm a responsabilidade de ensinar aos alunos como utilizar e até desenvolver a IA (aprender *sobre* a IA), em parte para

¹¹mbrasneves@gmail.com Professor de Ciências da Computação no Agrupamento de Escolas da Batalha. Obteve o seu grau de mestre em Ciências da Educação – Especialidade em Informática Educacional na Universidade Católica Portuguesa. É consultor em Educação/Tecnologia Digital e na área da Inteligência Artificial e Educação. Coordenador de projetos educacionais e especialista em tecnologia digital e educação. Autor de artigos e reflexões no âmbito do impacto da Transformação Digital na Educação. Tem colaborado com instituições como a European SchoolNet, a Interactive Technologies, Digital for Culture & Education (Unit G.2) e o British Council, entre outras, no âmbito de projetos na temática Educação Digital.

¹²wayne.holmes@nesta.org.uk Wayne Holmes (PhD, Universidade de Oxford) é Investigador Principal (Educação) na Nesta (www.nesta.org.uk), a fundação de inovação do Reino Unido, onde lidera a aplicação da Inteligência Artificial tanto para melhorar e compreender melhor a aprendizagem, como as suas implicações éticas e sociais. Foi co-autor de três livros, incluindo: "Inteligência Artificial na Educação". Promessas e Implicações para o Ensino e Aprendizagem" (Holmes et al., 2019). Também aconselha o All Party Parliamentary Group on AI (Education Task Force) do Reino Unido e a UNESCO sobre as implicações pedagógicas, éticas e sociais da IA na educação (incluindo liderar as "Orientações Políticas para a IA na Educação" da UNESCO).

ajudar a formar os engenheiros da IA de amanhã, e também para melhor os preparar para serem cidadãos críticos num mundo de constante mudança em que as decisões são cada vez mais tomadas por agentes não humanos (aprendizagem *para a IA*).

Por estas várias razões, neste capítulo abordamos as complexas questões levantadas pela aplicação da IA na educação e as suas implicações: como oportunidades e preocupações. Começamos com uma breve contextualização histórica da IA, depois continuamos com uma discussão dos três pontos de contacto da IA e da educação (aprender *com a IA*, aprender *sobre a IA* e aprender *para a IA*) antes de concluir com duas áreas críticas, as limitações e a ética da IA aplicadas na educação.

Oportunidades e Preocupações

A Inteligência Artificial tem sido o tema controverso desde as suas origens. Em 1956, pouco depois da expressão Inteligência Artificial ter sido cunhada pela primeira vez, Herbert Simon, um dos 'pais da IA', afirmou que "as máquinas serão capazes, dentro de vinte anos, de fazer qualquer trabalho que um homem possa fazer" (1965, p. 96); enquanto dois anos mais tarde, Marvin Minsky, outro investigador de vanguarda da IA, insistiu que "dentro de uma geração ... o problema de criar 'inteligência artificial' será substancialmente resolvido". "" (1967, p. 2). De facto, tanto estas reivindicações hiperbólicas, como muitas outras, acabaram por se revelar erradas. No entanto, as esperanças e os medos são totalmente compreensíveis. Desde os mitos dos antigos gregos até aos dias de hoje, a história está cheia de histórias sobre a criação de agentes artificiais (pense em Talos, um gigantesco autómato de bronze criado para proteger a Europa em Creta) que dão aos humanos capacidades sobre-humanas (pense no cavaleiro mecânico da Vinci), bem como as visões apocalípticas de um mundo dominado por máquinas (pense em Skynet dos filmes Terminator).

A própria história da IA tem sido apimentada com períodos de grande entusiasmo, realizações espantosas e muito financiamento, seguidos de períodos de desilusão, conhecidos como "AI Winters", onde os avanços têm abrandado ao ritmo muito lento e o financiamento, em determinadas alturas praticamente desaparecido. Atualmente, graças a uma "tempestade perfeita" de enormes quantidades de dados disponíveis e poderosos chips de computador, estamos num período de excitação, com os avanços da IA a serem anunciados quase todos os dias (desde as realizações dos sistemas de reconhecimento facial até aos sucessos em

jogos antigos como o 'Go'). No entanto, os avanços, embora frequentemente impressionantes, estão ainda muito longe de corresponder às capacidades humanas (por exemplo, uma criança pequena não precisa de ver milhares de cães antes de ser capaz de reconhecer um) - e mesmo com enormes quantidades de dados, o combustível da aprendizagem automática¹³ (deriva do termo em inglês "Machine Learning") é muito pouco provável que consiga atingir tal patamar num curto espaço de tempo. Alguns argumentam mesmo que o atual paradigma da IA está a atingir um teto, um limite, de tal forma que apenas um paradigma totalmente novo evitará mais um Inverno de IA. Perante tal cenário, e com as precauções devidas, podemos afirmar que a IA é, digamos, muito atraente atualmente, mas por quanto tempo mais, não é claro.

De facto, pode argumentar-se que atualmente estamos na "era da implementação": *"muito do trabalho difícil mas abstrato de investigação da IA foi feito"* (os principais algoritmos de aprendizagem automática foram todos inventados), *"a era da implementação significa que finalmente veremos aplicações do mundo real"* (Lee, 2018, p. 13). É a extraordinária variedade de formas de implementação da IA (no comércio, finanças, lei, e muito mais) que está a resultar no crescente impacto na nossa vida quotidiana, e na transformação de muitos aspectos da sociedade e da economia. São também as muitas implementações de IA que estão a começar a ter impacto no que significa ser humano. Talvez estejamos a entrar num período em que a Inteligência Artificial se torna um 'novo normal'? Em qualquer caso, já temos de aceitar que existem máquinas e algoritmos capazes de executar certas tarefas, mesmo a nível cognitivo, mais eficazmente do que nós (como encontrar padrões úteis em grandes conjuntos de dados). As questões-chave são: como nos vamos adaptar a viver lado a lado com agentes automatizados, vamos renunciar ao controlo ou vamos fazer tudo o que estiver ao nosso alcance para garantir que as melhorias da IA não substituam as capacidades humanas?

O que entendemos por Inteligência Artificial?

Então, o que é exatamente Inteligência Artificial, e como é que ela já está a ter impacto nas nossas vidas?

Para começar, vale a pena estabelecer uma definição (há muitas, esta é apenas a que nos parece mais útil). A Inteligência Artificial pode ser definida como *"sistemas informáticos concebidos para interagir com o mundo através de capacidades e comportamentos que consideramos essencialmente humanos"* (com base em Luckin et al., 2016).

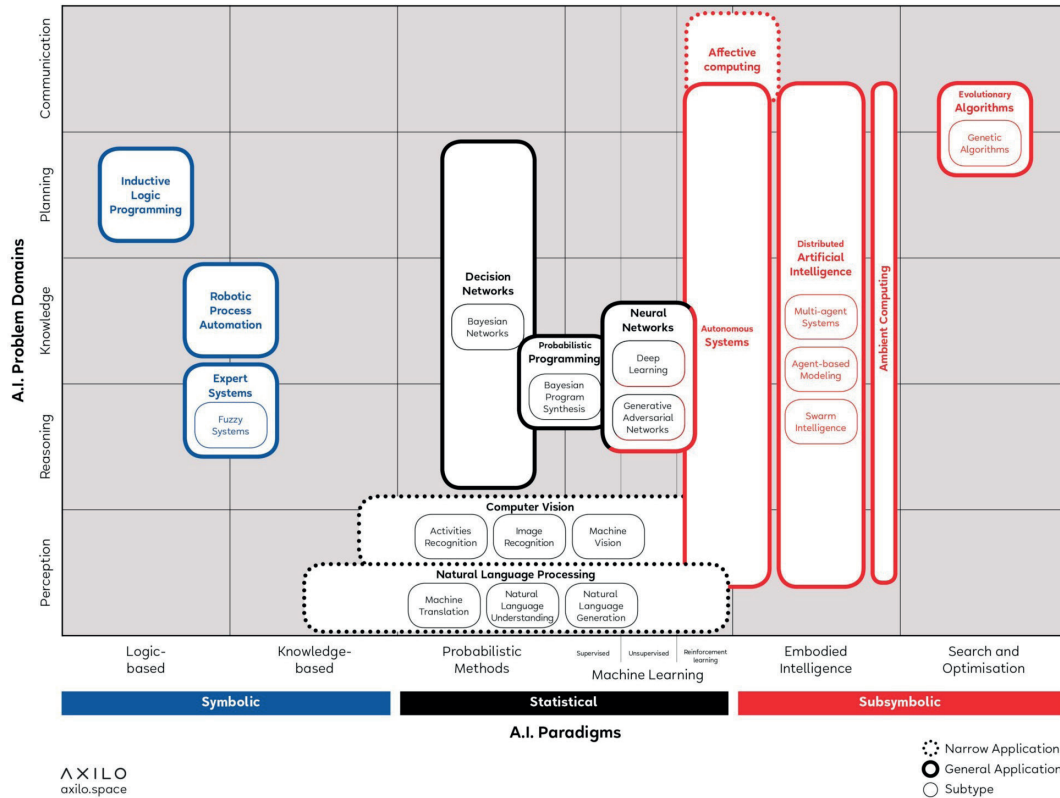
¹³https://pt.wikipedia.org/wiki/Aprendizado_de_m%C3%A1quina

Podemos ter ouvido falar de técnicas como a aprendizagem automática e redes neurais, e por vezes de termos mais esotéricos como a IA simbólica e a probabilidade Bayesiana, que de uma forma ou de outra estão a ser aplicadas em tantas áreas diversas (ver Figura 1 para uma visão simplificada da complexidade das estruturas agregadoras da IA). Dado que o foco está na implementação da IA, alguns exemplos são provavelmente úteis:

- Quando queremos conduzir do ponto A para o ponto B, um algoritmo de IA incorporado num sistema de navegação pode propor uma rota.
- Quando queremos ver um filme num serviço de *streaming*, um algoritmo de IA pode recomendar uma seleção baseada nas nossas escolhas anteriores e nas escolhas de milhões de outros utilizadores.
- Quando queremos comprar algo numa loja online, um algoritmo de IA pode sugerir opções baseadas nas nossas escolhas anteriores e nas de outros utilizadores.
- Quando pedimos um empréstimo ou algum crédito, um algoritmo de IA pode analisar o nosso histórico financeiro, cruzando-o com uma miríade de outras variáveis.
- Quando queremos saber o tempo, falamos com um 'agente pessoal', e os algoritmos de IA podem interpretar o nosso discurso e dar-nos a previsão.
- Quando um oncologista quer verificar centenas de exames médicos para identificar automaticamente possíveis cancros, um algoritmo de IA pode identificar rapidamente os exames candidatos.
- E, quando queremos conhecer alguém novo para um encontro romântico, o algoritmo de uma plataforma de encontros em linha pode verificar milhares de perfis para identificar uma boa combinação com o nosso perfil.

Em suma, num número cada vez maior de situações, a IA já está enraizada nas nossas vidas, e será possivelmente mais omnipresente no futuro. Além disso, como ilustra a Figura 1, a IA é complexa na medida em que compreende muitos paradigmas e abordagens sobrepostas - desde a IA simbólica à aprendizagem automática (que se pensa muitas vezes erroneamente ser sinónimo de IA) e aprendizagem profunda, e muitas outras algures no meio.

Figura 1 - AI knowledge map (Corea, 2019)



No entanto, algo precisa de ser afirmado e realçado. Embora todos os sistemas que acabámos de nomear façam algum tipo de recomendação e por vezes tomadas de decisão, cabe-nos a nós, humanos, decidir se estamos dispostos a aceitar as recomendações como decisões, se estamos dispostos a ceder o controlo às máquinas. Ainda nos encontramos nessa fase do jogo.

Em qualquer caso, como já mencionámos, em muitos contextos, a Inteligência Artificial ainda não está à altura da inteligência de uma criança de três anos de idade. Na verdade, as coisas são ainda mais complexas do que isso: *"a dificuldade é inimiga das máquinas, a complexidade é sua amiga"* (Floridi, 2019, p. 13). Enquanto algumas tarefas que consideramos difíceis são relativamente fáceis para as máquinas (tais como encontrar padrões em enormes quantidades de dados), outras tarefas que consideramos relativamente fáceis (tais como interpretar, desenhar inferências, e atribuir valores) são difíceis se não impossíveis atualmente para as máquinas. Esta realidade, na qual , é conhecida como o paradoxo de Moravec: *"é comparativamente fácil fazer com que os computadores exibam desempenho de nível adulto em testes de inteligência ou jogando damas, e difícil ou impossível dar-lhes as aptidões de uma criança de um ano quando se trata de percepção e mobilidade"* (Moravec, 1988, p. 15). Por exemplo, uma ferramenta de IA que pode vencer um humano num jogo de xadrez não é atualmente capaz de tirar o tabuleiro de xadrez de uma prateleira e preparar o jogo para jogar.

Outra limitação é que, embora possam ser extraordinariamente poderosos, cada instrumento de IA é 'estrito/limitado' no sentido em que só pode funcionar no contexto para o qual foi concebido. Uma ferramenta de IA que prevê o tempo não pode prever os movimentos da bolsa de valores, uma ferramenta de IA que pode conduzir um carro não pode pilotar um avião, e uma ferramenta de IA que recomenda um possível encontro romântico não pode recomendar um filme que se possa gostar de ver.

Uma área de particular relevância neste livro, na qual a IA começa a ter um impacto significativo, é o domínio da educação – no qual nos iremos focar ao longo deste capítulo.

IA e educação

“We should not be asking the question: In 50 years from now, will there be a human or a robot teaching? Rather, we should be asking the question: What kind of combination of human and artificial intelligence will we be able to draw on in the future to provide teaching of the very best quality?” (Jandrić, 2017, p. 207)

A aplicação da IA na Educação, o desenvolvimento de ferramentas, instrumentos e plataformas (tais como os chamados "tutores inteligentes") concebidos para apoiar a aprendizagem dos estudantes, tem sido o tema de investigação durante muitas décadas. De facto, tal como com a IA em geral, que é frequentemente retratada como tendo a resposta para os problemas mais perversos do mundo, a aplicação da IA na educação é frequentemente apresentada como uma abordagem que permitirá a todos os estudantes atingir o seu potencial individual, ensinará os estudantes mais 'eficazmente' do que os professores, e tornará a aprendizagem mais 'eficiente'. Por outras palavras, tanto a IA em geral como a IA na educação parecem quase mágicas no que podem alcançar. No entanto, nada poderia estar mais longe da verdade. A IA não é mágica, nem os problemas da educação podem ser resolvidos com magia. Contudo, a IA pode, quando devidamente aplicada, trazer inúmeras vantagens à educação. Resta saber quais poderão ser essas vantagens.

Os chamados "tutores inteligentes" (ITS) são as aplicações mais pesquisadas na área da IA na educação, e das mais disponíveis no mercado, com mais de cinquenta empresas associadas ao desenvolvimento de ITS financiadas com vários milhões de dólares em todo o mundo. Estas tipicamente afirmam fornecer o que é conhecido como 'aprendizagem personalizada'. O estudante interage com um sistema baseado em computador, que fornece informações e atividades e analisa os pontos fortes e fracos do estudante, a fim de recomendar um percurso de

aprendizagem que melhor se adequa ao perfil do estudante. Aparentemente, isto é algo que um professor é incapaz de fazer numa sala de aula com 30 alunos. No entanto, é necessário perceber exatamente o que se entende por percursos de aprendizagem 'personalizados' e percursos individuais de aprendizagem. Estamos interessados em tornar a aprendizagem mais eficiente na preparação para exames elevados mas tipicamente superficiais, com percursos personalizados, ou em permitir que cada jovem atinja todo o seu potencial único, por outras palavras, que atinja resultados personalizados?

Na realidade, a chegada da IA à sala de aula levanta múltiplos desafios. Por exemplo, para citar apenas alguns:

- Qual deverá ser o papel da IA na educação, e qual será o impacto nos papéis do aluno e do professor?
- Que decisões podem ser deixadas em segurança ao sistema automatizado, e que decisões precisam de ser tomadas pelos seres humanos?
- Poderia a IA recomendar percursos adequados que explicam adequadamente as mudanças significativas na carreira escolar de um jovem (por exemplo, em Portugal, do 9º para o 10º ano)?
- Como é que a IA toma as suas decisões, sabemos se são exatas ou justas (podemos entrar na "caixa negra"), e que impacto terão essas decisões no aluno noutros locais?
- Como é que estes sistemas (e os seus designers) compreendem a pedagogia? Que teorias de aprendizagem incorporam, e será que precisamos de novas teorias de aprendizagem para estes desafios e contextos?
- Podemos utilizar a IA para abrir a "caixa negra" da aprendizagem dos alunos?
- Qual é o impacto na privacidade do estudante (especialmente para sistemas que envolvem reconhecimento facial ou deteção de emoções)?
- Quais são as consequências sociais e éticas mais gerais?
- E, finalmente, quem controla os sistemas de IA?

No entanto, quando falamos de IA e educação precisamos de nos concentrar não só em como a IA pode apoiar a aprendizagem (aquilo a que chamamos 'aprender *com* a IA') mas também noutras ligações entre a IA e a educação - especificamente, 'aprender *sobre* a IA' (ensinar as crianças e jovens a criar com a IA, e formar os engenheiros da IA do futuro), e

'aprender *para a IA*' (preparar todos na sociedade para viver melhor num mundo cada vez mais impactado pela IA). Cada um destes campos será agora considerado e analisado com detalhe.

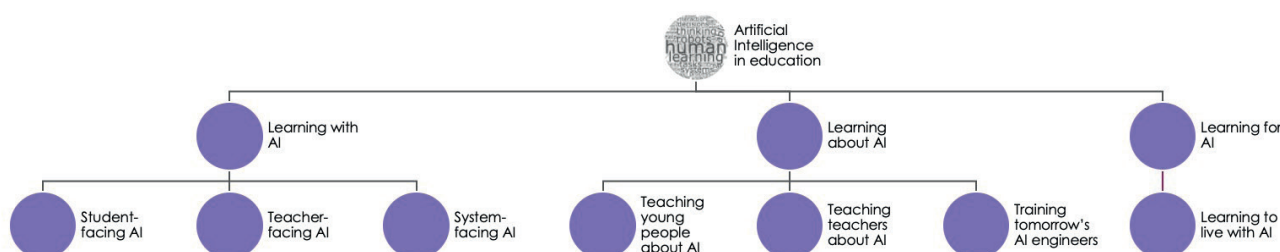
Contudo, antes de o fazermos, precisamos de reconhecer algumas questões críticas imediatamente óbvias que ainda não foram abordadas. Se a aprendizagem com IA é tão poderosa como os investigadores e criadores afirmam, porque é que ainda não é tão comum nas salas de aula? O que precisamos de fazer para evitar que a IA reproduza práticas educativas e mitos de aprendizagem pedagogicamente pobres, e que são dominadores nos atuais sistemas de ensino? Qual é o papel do professor num sistema que abandona a tomada de decisões a ferramentas automatizadas? E como mitigar as inevitáveis consequências involuntárias (como a possível, e alguns diriam inevitável, perda de empregos de professor, ou pelo menos a desprofissionalização do ensino)?

As ligações entre a IA e a educação

Como já observámos, a IA tem pelo menos três ligações importantes com a educação (ver Figura 2):

- Aprender *sobre a IA*, que se centra na necessidade de ensinar aos jovens como funciona a IA, como criar e desenvolver com a IA, e as suas dimensões éticas e sociais.
- Aprender *para a IA*, permitindo a todos compreender melhor o possível impacto da IA nas nossas vidas.
- Aprender *com IA* (quando falamos de sistemas, ferramentas e plataformas que poderiam ajudar os professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem).

Figura 2 - IA e a Educação: um enquadramento (Holmes, 2020)



Cada uma destas ligações será agora discutida.

Aprender sobre a IA

Como a utilização de IA em todo o mundo continua a aumentar exponencialmente uma procura paralela crescente de engenheiros na área da IA (razão pela qual, pelo menos atualmente, os engenheiros de IA podem exigir salários elevados). Por esta razão, as instituições de ensino superior cada vez mais a oferecerem e disponibilizam investigação e formação em diferentes áreas associadas com a IA (da neurociência à matemática, e da codificação à estatística), para formar os engenheiros da IA de amanhã.

Contudo, deixando tudo até os jovens entrarem no ensino superior, é pouco provável que se responda à necessidade crescente. Em vez disso, aprender sobre a IA e como codificar a IA deve ser integrado no currículo escolar, desde mais cedo, ao longo do ensino primário e secundário, para dar a todos os alunos a oportunidade de compreender e experimentar, o que é a AI e como esta funciona, e permitir que entendam e percebam uma das profissões do futuro.

Isto pode envolver a integração da IA nas principais lições, não só em Informática, mas também em matemática e nas ciências mais amplas, em atividades extracurriculares como os clubes de IA, e como um tópico do ensino profissional por direito próprio. Em cada caso, será necessário um currículo orientado e bem escrito, que poderia ser desenvolvido com a indústria (tal como o programa "AI for Youth"¹⁴ desenvolvido pela Intel ou programa desenvolvido pela Mark Cuban Foundation¹⁵) ou pelos ministérios da educação.

Ao mesmo tempo, os professores também necessitarão de desenvolvimento profissional em IA - não só para lhes permitir manipular eles próprios as ferramentas e plataformas de IA, mas também para assegurar que a IA entre na discussão em todas as disciplinas (por exemplo, qual será o impacto e o que fazemos em relação a isso?

Aprender para a IA

O que vemos hoje não tem paralelo na história da humanidade. Pela primeira vez somos desafiados por máquinas e software que parecem ter capacidades cognitivas que se pensava serem exclusivas dos seres humanos (enquanto que as tecnologias anteriores ultrapassavam os seres humanos em termos de poder físico). Como mencionámos anteriormente, estes

¹⁴<https://responsibleaiforyouth.negd.in/home>

¹⁵<http://www.markcubanai.org/>

chamados agentes inteligentes estão a tornar-se cada vez mais comuns em múltiplas áreas da nossa vida diária (desde agentes de conversação como Siri ou Alexa, ao reconhecimento facial em telemóveis e no controlo de passaportes, desde sistemas que preveem a bolsa de valores e outros que prevêem o tempo, até software que pode realizar tarefas de rotina em serviços legais ou contabilísticos). O impacto destas tecnologias em todos nós, atualmente só lentamente se torna aparente, enquanto o impacto da IA em toda a sociedade durante os próximos anos permanece uma questão em aberto para a qual só podemos tentar adivinhar as respostas.

Consequentemente, toda a sociedade, dos mais jovens ao menos jovens, precisa de ser e estar preparada para o que significa viver num mundo cada vez mais rodeado e moldado pela IA - que é a segunda componente de conjunto de ligações entre a IA e a educação, que resumimos como aprender *para a IA*. Dentro das escolas, por exemplo, está a tornar-se cada vez mais importante reconsiderar exatamente *o que* ensinamos. Qual é o propósito de insistir sobretudo em ensinar o que os sistemas de IA, inclusivamente atualmente, podem fazer muitas vezes muito melhor do que nós, e que num futuro próximo ainda serão mais capazes do que nós? Importa que a Educação se projete no, mínimo, no médio prazo e que não se centre somente olhando para o contexto e realidade do presente. Em vez disso, deveríamos reconfigurar os nossos currículos para nos concentrarmos nas competências mais humanas em que é pouco provável que a IA atinjam níveis de eficiência durante muitos anos - competências tais como criatividade, colaboração, pensamento crítico, comunicação, juízos de valor, e a aprendizagem social e emocional. Que possamos ensinar os nossos alunos a viver lado a lado com estes agentes e sistemas inteligentes, que percebam que as suas vidas profissionais, multifacetadas, vão exigir que estabeleçam parcerias e que desenvolvam sinergias com estes agentes e sistemas, e que terão a necessidade constante de se adaptar a novos contextos, realidades e desafios que serão moldados e impactos por uma constante evolução destes agentes e sistemas, que dia após dias irão adquirir cada vez mais capacidades que se assemelharão as nossas capacidades humanas. Importa perseguir um caminho em que possamos todos usufruir de uma inteligência potenciada/aumentada em parcerias com estes agentes e sistemas num contexto de harmonia entre humanos e máquinas. Para isso importa educar para estas realidades e contextos.

Além disso, precisamos de compreender melhor o que significa viver produtivamente com IA. Em vez de sistemas de IA a serem desenvolvidos para substituir funções humanas (como já aconteceu na contabilidade, e está a acontecer cada vez mais na educação), talvez fosse melhor encorajar os engenheiros de IA a desenvolver sistemas que melhorem ou aumentem as capacidades humanas - para permitir que a IA e os humanos interajam e colaborem melhor. É provável que a IA mais inteligência humana seja sempre melhor do que a IA ou inteligência humana isoladamente. Num contexto educacional, isto significa desenvolver ferramentas que permitam

aos professores serem os melhores professores que possam ser, em vez de ferramentas que afirmam (mas normalmente não o são) ensinar "melhor do que" professores.

Além disso, os educadores fariam bem em concentrar-se nas competências de que os humanos necessitam para viver produtivamente com a IA. Toda a sociedade precisa de estar equipada para compreender os impactos reais e potenciais da IA, no emprego, nas eleições, nas escolhas, na privacidade, na responsabilização, e assim por diante. Por exemplo, a pandemia de Covid-19 trouxe a questão da privacidade para o centro das atenções. O rastreamento da propagação do coronavírus é conhecido por ser uma das tarefas mais importantes do nosso tempo, com inúmeras aplicações móveis baseadas no telefone, concebidas para rastrear pessoas e os seus contactos, a serem desenvolvidas a nível global. A utilização destas ferramentas para proteger a saúde é incontroversa. Contudo, existem múltiplas questões em torno do impacto que estas aplicações podem ter na privacidade individual, com perguntas sem resposta, tais como o que acontece aos dados, como são analisados os dados, e quem controla toda essa informação?¹⁶¹⁷

Outras questões centram-se no preconceito (tais como o preconceito contra as mulheres no recrutamento de emprego) e falsificações profundas (tais como colocar rostos de celebridades nos corpos dos artistas adultos) também precisam de fazer parte da discussão - não para impedir que a IA seja desenvolvida, mas para assegurar que a IA que é desenvolvida aborde adequadamente os valores humanos. Naturalmente, isto não será simples. A própria sociedade é heterogénea (o que é certo para uma pessoa, não é para outra), e é muitas vezes minada por preconceitos ocultos em muitos contextos. No entanto, é por isso que o advento da IA é uma oportunidade - por exemplo, para melhorarmos a forma como identificamos, prevenimos e mitigamos os preconceitos.

Uma última questão sobre a qual toda a sociedade precisa de estar consciente, uma vez que vivemos num mundo cada vez mais dominado pela IA, é o anonimato. Mais uma vez, a IA está a mudar dramaticamente as coisas, com múltiplas abordagens da IA mais do que capazes de desanonimizar os chamados dados anonimizados. Assim, em vez de nos preocuparmos com a forma como podemos anonimizar os dados de rastreamento que criamos sempre que usamos a Internet, fazemos uma chamada de telemóvel, ou caminhamos pelas ruas (graças aos milhões de câmaras de vigilância existentes em inúmeros contextos em todo o mundo), toda a sociedade precisa de aprender a viver num mundo onde já não é possível ser anónimo.

¹⁶<https://www.nytimes.com/reuters/2020/04/27/technology/27reuters-health-coronavirus-surveillance-tech.html?searchResultPosition=2>

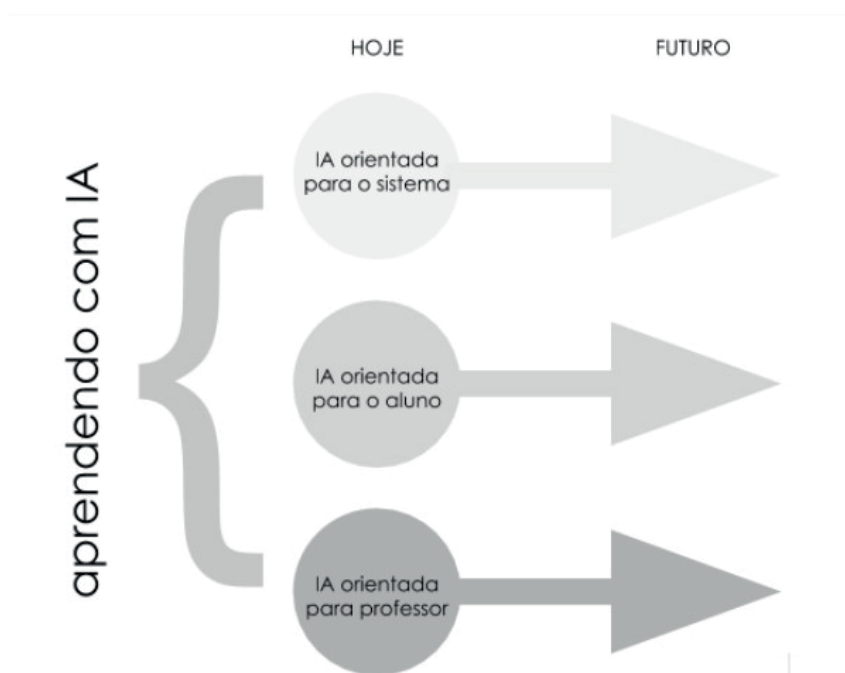
¹⁷<https://www.wsj.com/articles/smartphone-coronavirus-test-apps-would-listen-to-your-cough-1158705580>

Aprender com a IA

O terceiro conjunto de ligações entre a IA e a educação são as mais pesquisadas e as mais comuns: ferramentas impulsionadas pela IA que visam apoiar diretamente o trabalho das escolas, professores e alunos.

Isto pode envolver qualquer coisa, desde sistemas de horários escolares orientados por IA a ferramentas orientadas por IA que são concebidas para ensinar os estudantes. Há uma miríade de diferentes possibilidades de "aprender *com* a IA", que têm sido caracterizadas de forma útil como sistemas, professores e estudantes (ver Figura 3) (Baker et al., 2019).

Figura 3 - (com base em Baker et al., 2019)



Na secção seguinte apresentamos alguns exemplos de utilizações da IA na educação, em termos de sistemas, professores e alunos. Para uma visão mais abrangente e detalhada ver "*Inteligência Artificial na Educação: Promessas e Implicações para o Ensino e Aprendizagem*" (Holmes et al., 2019).

IA orientada para o sistema na Educação



SISTEMAS EXISTENTES

- Contratações/Admissões
- Horários
- Sistemas de gestão da aprendizagem
- Registos de controlo e gestão de assiduidade
- Análise da aprendizagem (Learning Analytics)

POSSIBILIDADES FUTURAS

- Criação automática de turmas e atribuição de professores
- Agente de IA para automatizar a comunicação entre a escola e os pais
- Sistema de IA para aumentar a eficiência da gestão escolar
- Sistema de IA para automatizar a aquisição de serviços e produtos
- Sistema de IA para prevenir e minimizar situações de indisciplina e conflitos.
- ?

Entenda-se por IA orientada para o sistema ferramentas educativas ferramentas que apoiam a administração e organização escolar. Com estas ferramentas, administradores escolares, diretores, e outro pessoal envolvido nos complicados desafios da gestão escolar, podem ser apoiados para lidar com as muitas tarefas burocráticas, pesadas e demoradas e possivelmente desinteressantes mas críticas em muitos aspectos para o funcionamento do sistema como um todo.¹⁸ As ferramentas de IA orientadas para o sistema abrangem áreas tais como: contratação/admissões (utilizando a IA para avaliar automaticamente a adequação de um recursos humanos de acordo com determinados perfis potencial), gestão de horários (criando automaticamente horários escolares para abordar as necessidades organizacionais e financeiras da escola, bem como as necessidades humanas dos professores e alunos), e gestão do espaço (gestão automática de salas de aula e outros espaços). Cada uma destas tarefas é rotineiramente digitalizada, no entanto um sistema orientado pela IA poderia aprender com os dados de anos anteriores, e poderia ser mais eficiente em incorporar os propósitos e as intenções da escola, as exigências dos professores e os desejos dos alunos - tudo isto pode ser especialmente desafiante e difícil, no atual cenário, para as escolas com consideráveis números de alunos e

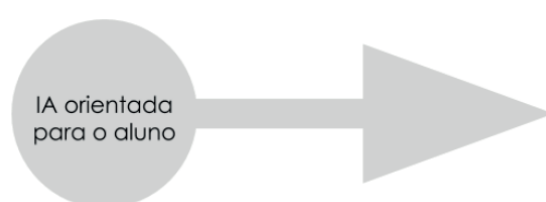
¹⁸<https://www.u-planner.com/en-us/home>

professores, por exemplo muitas temos com mais de 1500 alunos e 150 professores, sem contar com o pessoal não docente e outros, onde a gestão, sendo muito burocrática, é extremamente complexa e morosa, e com estes sistemas poderia ser dúvida alguma ser mais eficiente, precisa, rápida e libertando recursos para outras tarefas em que o lado humano é crítico e necessário.

Um campo paralelo à IA e à educação é conhecido como análise da aprendizagem, que envolve um conjunto de ferramentas muitas vezes já disponíveis em muitos sistemas de gestão da aprendizagem (tais como o Moodle). Ao medir uma vasta gama de variáveis (desde a frequência e o tempo online até à pontualidade da submissão de trabalhos), a análise da aprendizagem pode ser utilizada para identificar alunos que correm o risco de não submeter um trabalho, de desistir, ou de falhar. Na melhor das hipóteses, um aviso do sistema levaria um professor a falar pessoalmente com o aluno (em vez de depender de algum tipo de resposta automatizada que, num futuro previsível, será sempre relativamente inadequada). E, naturalmente, também temos de estar cientes do impacto na privacidade dos alunos de tais sistemas que, por definição, recolhem e analisam enormes quantidades de dados pessoais.

Uma última questão diz respeito ao futuro destas tecnologias de IA orientadas para o sistema. Que aplicações poderão ser possíveis à medida que as tecnologias se forem desenvolvendo? Esta continua a ser uma questão em aberto, embora continuem a ser sugeridas ideias promissoras - sem dúvida que se pode pensar em muitas possibilidades.

IA orientada para o aluno na Educação



SISTEMAS EXISTENTES

- Sistemas de Tutoria Inteligentes (ITS)
- Sistemas de tutoria baseados no diálogo (DBTS)
- Ambientes de aprendizagem exploratórios
- Avaliação de escrita automática
- Orquestradores da Rede de Aprendizagem
- IA para a aprendizagem de línguas
- VR e AR suportados por IA

POSSIBILIDADES FUTURAS

- Aprendizagem colaborativa de IA
- “Companheiro” de aprendizagem de IA
- Sistema de avaliação contínua inteligente
- ?

A IA orientada para os alunos em ferramentas educativas é a mais pesquisada e a mais comumente disponível componente da IA na educação. Aqui consideraremos brevemente três exemplos chave de sistemas existentes e sugeriremos algumas possibilidades futuras (para detalhes sobre *Avaliação de Escrita Automática, Orquestradores de Redes de Aprendizagem, IA para Aprendizagem de Línguas, Realidade Virtual e Realidade Aumentada suportada por IA*, ver Holmes et al., 2019).

Sistemas de tutoria inteligentes (ITS - Intelligent Tutoring Systems)

Os chamados sistemas inteligentes de tutoria (ITS) são pesquisados e desenvolvidos há mais de 30 anos (Nkambou et al., 2010), e nos últimos cinco anos saíram do laboratório de investigação para se tornarem produtos comerciais vendidos por empresas financiadas em grandes escalas de investimento (na última contagem, havia mais de 40 produtos deste tipo em todo o mundo¹⁹, Holmes et al., 2019). Os ITS foram resumidos como *"software informático concebido para simular o comportamento e orientação de um tutor humano". Pode ajudar os alunos a estudar uma variedade de disciplinas, colocando perguntas, analisando respostas, e oferecendo instrução e feedback personalizados. Duas das formas mais importantes em que os sistemas inteligentes se distinguem de outros tipos de instrução assistida por computador é que podem interpretar respostas complexas dos estudantes e aprender à medida que operam. O software constrói um perfil para cada aluno e estima o grau de domínio do aluno"* (Educause, 2013).

Os ITS foram concebidos para permitir a cada aluno ter o seu próprio tutor pessoal, o qual - desde que Aristóteles deu aulas ao jovem que se tornou Alexandre o Grande - tem sido considerado como a abordagem mais eficaz de ensino. Mais recentemente, o impacto positivo da tutoria individual foi formalizado por Bloom²⁰: *"it was typically found that the average student under tutoring was about two standard deviations above the average of the control class"*. Isto, dado o custo e a dificuldade de proporcionar aulas individuais a todos os estudantes da escola²¹, tem sido a inspiração para muita investigação ITS, sendo a ambição desenvolver um sistema automatizado que possa ser tão eficaz como um tutor humano.

¹⁹Por exemplo, Mathia (<https://www.carnegielearning.com/products/software-platform/mathia-learning-software>), Assisments (<https://www.assistments.org>), e Area9Lyceum (<https://area9learning.com>)

²⁰Bloom, B. S. (1984). The 2 sigma problem: The search for methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational researcher*, 13(6), 4-16.

²¹<https://www.epi.org/publication/the-teacher-shortage-is-real-large-and-growing-and-worse-than-we-thought-the-first-report-in-the-perfect-storm-in-the-teacher-labor-market-series/>

Para alcançar este objetivo, uma arquitetura ITS típica (embora existam muitas possibilidades) compreende três modelos centrais: o modelo de domínio (que representa a matéria a aprender), o modelo pedagógico (que representa como a matéria a aprender é ensinada), e o modelo do aluno (que representa as realizações individuais do aluno juntamente com as realizações de cada estudante que se envolveu anteriormente no sistema) (Holmes et al., 2019). O processo é cíclico. De um modo geral, o aluno envolve-se com um sistema baseado num ecrã que, implementando o modelo pedagógico e recorrendo ao modelo de domínio, fornece alguma informação, um exercício e possivelmente um quiz. Enquanto o aluno interage com o sistema, o sistema monitoriza o seu progresso, as suas realizações e quaisquer equívocos, atualizando continuamente o modelo do aluno. Por sua vez, isto determina a próxima peça de informação apresentada ao aluno, e o processo é repetido...

Em conjunto, isto significa que cada estudante segue o seu próprio caminho 'personalizado' através do material de aprendizagem, que é continuamente adaptado às suas necessidades individuais. No entanto, embora este tipo de abordagem personalizada (percursos personalizados) possa permitir aos estudantes progredir "eficientemente" através dos conteúdos, geralmente conduz a resultados idênticos ou normalizados (que o conteúdo específico tenha sido "aprendido" por todos os estudantes, geralmente em preparação para exames) e raramente conduz a resultados personalizados - uma compreensão mais sofisticada da aprendizagem personalizada na qual o estudante realiza o seu próprio potencial individual ou objectivos individuais.

Sistemas de tutoria baseados no diálogo (DBTS - Dialogue-Based Tutoring Systems)

Enquanto o ITS dá instrução aos alunos, outro tipo de IA em educação procura implementar a abordagem Sócrática à aprendizagem, na qual um outro mais conhecedor envolve o estudante numa conversa, um diálogo. O objetivo destes sistemas de tutoria baseados no diálogo (DBTS) é ajudar os estudantes a descobrir os seus próprios conceitos errados, tendo de colocar as suas ideias em palavras, enquanto trabalham para o significado dado ao conteúdo a ser aprendido. Para o conseguir, o DBTS apoia-se noutra inovação da IA, o Processamento de Linguagem Natural (NLP²²).

²²<https://becominghuman.ai/a-simple-introduction-to-natural-language-processing-ea66a1747b32?gi=d8e22b49e55f>

Provavelmente o DBTS que foi mais investigado, e que gerou o maior número de outros sistemas, é o AutoTutor²³, desenvolvido na Universidade de Memphis. O AutoTutor nasceu de uma investigação seminal sobre o diálogo entre tutores humanos e os seus alunos, e tem como principal objetivo o diálogo humano que permite uma aprendizagem profunda em vez de superficial. Uma conversa AutoTutor envolve o sistema que fornece perguntas, dicas e respostas automáticas, e disponibiliza informação, interagindo sempre com os comentários do aluno (Nye et al., 2014). Outro exemplo do DBTS, e um dos poucos comercialmente disponíveis, é o Watson Tutor. Este baseia-se na abordagem inovadora do AutoTutor e foi desenvolvido pela IMB e pela Pearson²⁴.

Ambientes de aprendizagem exploratórios (ELE- Exploratory Learning Environments)

Ao contrário do ITS e do DBTS, os Ambientes de Aprendizagem Exploratórios (ELE) são baseados numa abordagem construtivista da aprendizagem. Em vez de uma sequência de instruções passo a passo ou uma conversa passo a passo, os ELES proporcionam oportunidades para os alunos explorarem um ambiente de aprendizagem e construírem os seus próprios conhecimentos. No entanto, embora as abordagens construtivistas, tais como a aprendizagem da descoberta, possam ser poderosas, raramente funcionam sem a orientação de um outro que tenham um nível de conhecimento superior. É aqui que entra a IA, fornecendo orientação e feedback automáticos para assegurar que o estudante constrói para si próprio conhecimentos que são ao mesmo tempo precisos e úteis. Exemplos de ELES são *Betty's Brain*²⁵, *Crystal Island*²⁶, e *Fractions Lab*²⁷.

Possibilidades futuras

Em muitos aspectos, os ITS, que são, como mencionado, o tipo mais comum de IA na educação, replicam com demasiada frequência, em vez de desafiar, práticas e metodologias de ensino ultrapassadas (centradas no instrucionismo e na transmissão pobre de conhecimentos). OS DBTS e os ELE são claramente mais progressivos, mas ainda assim visam replicar ou automatizar

²³Graesser, A.C., et al. (2001). "Sistemas de tutoria inteligentes com diálogo de conversação". AI Magazine 22 (4): 39; e <http://ace.autotutor.org/IISSAutotutor/>

²⁴<https://www.ibm.com/watson/education/pearson>

²⁵Leelawong, K. e Biswas, G. (2008). "Designing learning by teaching agents": O sistema Cérebro de Betty". International Journal of Artificial Intelligence in Education 18 (3): 181-208.

²⁶<http://projects.intellimedia.ncsu.edu/crystalisland>

²⁷<http://fractionslab.lkl.ac.uk/>

o que pode acontecer nas salas de aula. Mas e quanto a outras possibilidades? De que outra forma poderia a IA apoiar a aprendizagem? Aqui, sugerimos brevemente três alternativas - mas sem dúvida, podemos pensar em muitas outras. As potencialidades crescentes da IA associadas a novas teorias de aprendizagem podem nos levar a caminhos onde o verdadeiro potencial de cada aluno possa finalmente ser explorado e potenciado.

Primeiro, é sabido que a **aprendizagem colaborativa** - na qual os alunos trabalham em conjunto para resolver um problema - pode ser muito poderosa. No entanto, pode ser especialmente desafiante a alavancar de forma eficaz. Por exemplo, apenas a tarefa de colocar uma sala de aula de alunos em grupos pode ser demasiado demorada para os professores. Então, e uma ferramenta de IA que automaticamente sugere grupos de estudantes, com base nos requisitos do professor, que o professor pode então afinar conforme necessário? Em alternativa, que tal um agente virtual orientado para a IA que participa na atividade de aprendizagem colaborativa, atuando como um outro mais conhecedor para “pressionar e desafiar” o pensamento dos alunos, ou como um outro menos conhecedor que os estudantes podem ensinar.

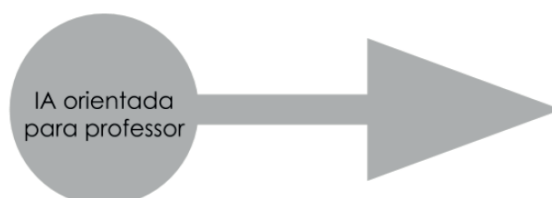
Uma segunda aplicação possível da IA voltada para os estudantes é um “**Companheiro de Aprendizagem Inteligente**” com potencialidades suportadas pela AI que poderia acompanhar e apoiar os alunos ao longo do seu percurso escolar e ao longo da vida. Em vez de pretender ensinar os alunos, um “companheiro de aprendizagem automatizado” poderia, por exemplo, ajudá-los a determinar o que poderiam aprender a fim de alcançar as suas ambições pessoais, poderia oferecer dicas e avisos úteis, e fazer ligações com outros alunos e especialistas. As possibilidades são infinitas, e ainda muito por explorar, mas possivelmente umas das áreas da IA na Educação mais motivantes, desafiantes e com um verdadeiro potencial de reformular a Educação.

Um outro sistema possível (**sistemas de avaliação contínua inteligentes**) é um que permita substituir os exames de fim de ciclo/curso/ano, que são conhecidos por avaliarem apenas níveis superficiais de aprendizagem e induzirem ansiedade a milhões de estudantes em todo o mundo. Uma possibilidade é que a IA monitorize continuamente tudo o que o aluno desenvolve e atinge dentro e fora da sala de aula, representando os resultados num portfólio de aprendizagem pessoal protegido por uma cadeia de bloqueio²⁸. Isto tem o potencial de proporcionar uma avaliação e acreditação da aprendizagem mais específica, profunda, matizada e útil. No entanto, em reflexão, a monitorização contínua dos estudantes por IA pode também ser descrita como a vigilância contínua dos estudantes - algo que acreditamos que não deveria

²⁸<https://cointelegraph.com/news/sony-started-using-blockchain-for-hassle-free-education-certificates>

ser permitido. Portanto, se não aceitarmos exames ou vigilância exagerada dos alunos, qual é a alternativa? Oferecemos uma resposta provisória a esta pergunta abaixo.

IA orientada para o professor na Educação



SISTEMAS EXISTENTES

- Consultor de Ensino de IA

POSSIBILIDADES FUTURAS

- Assistentes de Ensino de IA
- Abertura da “caixa negra” da aprendizagem
- Avaliações de professores apoiados pela IA
- ?

Como vimos, a maioria das aplicações das tecnologias de IA na educação concentra-se em no processo de aprendizagem dos alunos, com muitos a afirmarem ensinar melhor do que os professores. Por outras palavras, estes sistemas existentes assumem tipicamente um ou mais trabalhos do professor. Consequentemente, quer intencionalmente ou não, reduzem os professores ao papel de assistente, com o trabalho de facilitar a IA, muitas vezes seguindo um guião pré-escrito. Pode-se argumentar, se o sistema de IA 'ensina melhor que os professores'. Podemos questionar e refletir no verdadeiro papel do professor nos contextos e realidades dos dias de hoje, e da necessidade constante deste se reinventar e adaptar aos desafios que nos são colocados: "*qualquer professor que possa ser substituído por uma máquina deve ser substituído por uma máquina*"²⁹. Contudo, argumentamos que a alegação de que os sistemas de IA podem ensinar melhor do que os professores está longe de estar provada e é provável que seja irrealizável. Na realidade, depende de uma compreensão errada e muito limitada do que o ensino e a aprendizagem realmente envolvem. O ensino é muito mais do que um processo mecânico que pode ser automatizado, compreende valores sociais, pensamento crítico, cooperação e muito mais. E embora as ferramentas discutidas anteriormente (ITS, DBTS e ELE) tenham um papel a desempenhar (por exemplo, quando os alunos estão a trabalhar em casa ou estão a recuperar lições perdidas em sala de aula), seria bom que os criadores de IA se concentrassem no desenvolvimento de ferramentas de IA que apoiem em vez de substituírem a funcionalidade do

²⁹http://www.housevampyr.com/training/library/books/omni/OMNI_1980_06.pdf

professor. A questão é por que razão tem sido dada tão pouca atenção até agora às ferramentas de IA que podem aumentar/potenciar as capacidades dos professores, que podem transformá-los em super-professores? Duas respostas possíveis são o custo e a dificuldade.

Atualmente só conhecemos uma ferramenta de IA que se qualifica genuinamente como sendo útil e voltada para o professor o 'Teacher Advisor' da IBM³⁰. O Professor Conselheiro (em boa tradução do termo em Inglês) utiliza tecnologias IBM Watson para permitir aos professores encontrar recursos, e.g aulas de matemática relevantes, atividades, e vídeos, a partir de uma coleção curada de recursos educacionais abertos aprovados por professores, que visam responder às necessidades e desejos do professor de forma individual e dos seus alunos. Por outras palavras, a IA ajuda o professor a melhorar a sua prática, a ser um melhor professor (ressalvando que, se a nossa experiência com a ferramenta é algo tendencialmente temporal, a tecnologia ainda é relativamente nova e talvez ainda não esteja totalmente atualizada e contextualizada).

Futuras possibilidades para professores, mais uma vez temos a certeza de que se pode pensar em muitas mais, incluem, por exemplo, o alargar das capacidades da abordagem do Professor Conselheiro para fornecer um Assistente de Ensino de IA abrangente. Imagine que cada professor tenha uma ferramenta (talvez no seu telemóvel) que lhe permita monitorizar o desempenho dos alunos enquanto estes aprendem, aceder instantaneamente a informação direcionada, e fazer ligações com outros professores. As possibilidades aqui são infinitas. Uma segunda aplicação futura da IA nesta área, é ajudar a abrir a caixa negra da aprendizagem (irónico, considerando os problemas que a IA tem com as suas próprias caixas negras) - utilizando técnicas de análise de dados, juntamente com provas de psicologia e neurociência, para nos ajudar a compreender melhor como a aprendizagem realmente acontece e como pode ser verdadeiramente apoiada.

Uma aplicação futura final retoma a nossa discussão anterior sobre a utilização de IA para substituir os exames. Como notámos, a abordagem óbvia, utilizando IA para fornecer avaliação contínua, requer um acompanhamento constante dos alunos, também conhecido como hipotética vigilância exagerada dos alunos. Uma alternativa poderia ser utilizar a IA para permitir aos professores uma melhor avaliação das competências dos seus alunos, aproveitando a sua experiência profissional e conhecimento tácito dos seus alunos, enquanto normalizam as avaliações entre professores e entre escolas. Isto poderia ser utilizado para gerar automaticamente os portefólios que mencionámos anteriormente que, por exemplo, para os mecanismos de

³⁰<https://teacheradvisor.org/>

acesso ao ensino superior e os recrutadores de emprego, possivelmente, iriam considerar como informações muito mais credíveis e úteis do que somente um conjunto de notas quantitativas muitas vezes desfasadas do verdadeiro contexto. Importa, aqui, no caso do acesso ao ensino superior, em Portugal, reformular a o mecanismo em como este se processa, de modo a que a integração destes agentes e sistemas fizesse sentido e tivesse em verdadeiro significado de mudança.

Ética da IA na educação

Como já referido anteriormente, embora a aplicação da IA na educação tenha no mínimo um potencial muito e interessante, e por vez até intrigante e desafiante, não é isenta de múltiplos problemas. Isto não é sugerir que os criadores de IA para a educação não tenham as melhores das intenções, pelo contrário. O seu trabalho é concebido e dirigido para melhorar a aprendizagem dos alunos e, conseqüentemente, os seus resultados de vida. No entanto, estas boas intenções não são necessariamente suficientes e não reconhecem a possibilidade sempre presente de conseqüências involuntárias.

A ética da IA em geral é cada vez mais um assunto de grande interesse para os investigadores (por exemplo, Boddington, 2017; e Whittaker et al., 2018) e mais amplamente (por exemplo, a Comissão Europeia³¹, UNESCO^{32 33}, e o Fórum Económico Mundial , Orientações Éticas para uma IA digna de confiança³⁴), com numerosos institutos de ética da IA a serem estabelecidos em todo o mundo (por exemplo, a Iniciativa Ética da IA³⁵ e a AI Now³⁶). As questões incluem: O que são os direitos humanos num mundo cada vez mais dominado pela IA? Quem é responsável pelas decisões tomadas por agentes não-humanos? Como é que as pessoas serão afetadas por estas decisões, e podem elas apelar das mesmas? Questões como justiça, responsabilidade, transparência são devidamente abordadas?

No entanto, embora a aplicação da Inteligência Artificial na educação tenha amplas implicações para a maioria de nós (especialmente alunos, pais, educadores e decisores políticos), a realidade é que a ética tem recebido pouca atenção. Ainda na altura em que escrevemos: *"nenhum quadro foi concebido, nenhuma orientação foi acordada, nenhuma política*

³¹<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/ethics-guidelines-trustworthy-ai>

³²<https://en.unesco.org/courier/2018-3/towards-global-code-ethics-artificial-intelligence-research>

³³<https://www.weforum.org/agenda/2016/10/top-10-ethical-issues-in-artificial-intelligence>

³⁴https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=60435

³⁵<https://aiethicsinitiative.org>

³⁶<https://ainowinstitute.org>

foi desenvolvida, e nenhuma regulamentação foi promulgada para abordar as questões éticas específicas levantadas pela utilização da IA na educação" (Holmes et al., 2018, p. 552).

Em qualquer caso, quando a ética da IA aplicada na educação é considerada, o foco é quase sempre exclusivamente na ética dos dados (por exemplo, privacidade dos dados e preconceitos inerentes) e na forma como esses dados são analisados e interpretados. As questões mais comuns incluem: Quem seleciona e quem controla os dados? Com que frequência é que os dados são totalmente compatíveis com o GDPR³⁷? Como é que os dados são protegidos e partilhados? Os dados têm devidamente em conta o contexto social e económico do aluno? Que estereótipos ou preconceitos estão incorporados nos dados? Como são tomadas as decisões, e como podem essas decisões ser compreendidas ou contestadas?

No entanto, embora seja *necessário* considerar tais questões centradas em dados, não é *suficiente*. Limitar as questões aos dados, ignorar as múltiplas questões éticas centradas na própria educação, que a ética da IA aplicada à educação deve abordar plenamente. As questões éticas incluem, mas não estão limitadas a (Holmes et al., [in press](#)):

- "Como é que a natureza transitória dos objetivos, interesses e emoções dos estudantes tem impacto na ética do AIED?
- Como podem os alunos dar consentimento informado para o seu envolvimento com as ferramentas da AIED?
- Quais são as obrigações éticas das organizações privadas (criadores de produtos AIED) e das autoridades públicas (escolas e universidades envolvidas na investigação AIED)?
- Como é que as escolas, os estudantes e os professores podem optar por não participar, ou desafiar, a forma como são representados em grandes conjuntos de dados?
- Quais são as implicações éticas de não ser capaz de interrogar facilmente como são tomadas algumas decisões profundas do AIED (por exemplo, utilizando redes neurais de vários níveis)?
- Quais são as consequências éticas de encorajar os alunos a trabalharem independentemente com software apoiado por IA (em vez de trabalharem com professores ou em grupos colaborativos)?"

³⁷<https://gdpr-info.eu/>

Várias questões-chave já foram brevemente discutidas. Por exemplo, que muita da IA aplicada na educação reproduz práticas de sala de aula ultrapassadas (abordagens como o instrucionismo que são relativamente fáceis de automatizar, por outras palavras, o fruto de baixa suspensão) e ignora as muitas possibilidades identificadas nas ciências da aprendizagem (por exemplo, "fracasso produtivo", Kapur, 2008), com consequências éticas significativas para os alunos. Para que a IA seja útil na educação, requer um diálogo entre criadores, especialistas em e da aprendizagem, professores e alunos para assegurar que a IA aproveite as muitas possibilidades pedagógicas das ciências da aprendizagem, ao mesmo tempo que acomoda as necessidades dos educadores e dos seus alunos.

Uma segunda questão já mencionada é o uso de IA para assumir funções de professor ("ensinar melhor do que os professores"). Como referido, rejeitamos esta abordagem com o argumento de que a IA não é (e não é provável que o seja num futuro próximo) capaz de fazer tal coisa. O pressuposto de que pode basear-se numa compreensão muito estreita do complexo papel de um professor, de tal forma que a promoção de ferramentas de IA que afirmam fazê-lo é claramente uma posição pouco ética. Um argumento comum é que a automatização de alguma funcionalidade do professor dará aos professores mais tempo para se concentrarem nos aspectos humanos do ensino. Pode ser essa a intenção, mas as consequências involuntárias podem ser a redução dos postos de trabalho dos professores (uma vez que a ferramenta de IA é suscetível de ser mais barata). Um exemplo particular é a utilização da IA para automatizar a o registo e avaliação do trabalho dos alunos. Mesmo que seja possível, e existam atualmente poucos indícios de que a IA seja capaz de compreender suficientemente as tarefas para fazer julgamentos matizados, isto por si só levanta muitas questões. Por exemplo, ignora o valor da avaliação para os professores, uma vez que a avaliação (embora demorada e muitas vezes enfadonha) é uma das principais oportunidades para os professores compreenderem as capacidades dos seus alunos ou conceitos assimilados de forma errada.

Uma terceira questão já mencionada é o entendimento tipicamente estreito e limitado do que pode significar personalizar. Tal como discutido, a maioria dos sistemas de "aprendizagem personalizada" orientados pela IA personalizam (tornam mais eficientes) os percursos de aprendizagem dos estudantes, com o objetivo de padronizar os resultados da aprendizagem. Seria muito mais interessante, e ético, se tivéssemos sistemas de IA concebidos para permitir a um estudante desenvolver plenamente os seus objetivos e potencial pessoal, a fim de se auto-realizar plenamente. Finalmente, estes sistemas personalizados ignoram, por definição, o enorme e maioritariamente inexplorado potencial da aprendizagem colaborativa (aprendizagem com outros) e da aprendizagem social (aprendizagem com outros); enquanto que, ironicamente, toda a aprendizagem personalizada alimentada por IA é efetivamente determinada pela média de desempenho e outros dados de outros alunos!

Vamos concluir esta breve discussão sobre a ética da IA aplicada na educação com dois exemplos adicionais. A ética de uma tecnologia particular, o reconhecimento facial, e a ética de uma abordagem global, a previsão.

As tecnologias de reconhecimento facial alimentadas por IA estão cada vez mais a ser introduzidas em ambientes educacionais. Por exemplo, um sistema russo demasiado preciso chamado 'Orwell' está aparentemente a ser instalado em todas as escolas do país, "os sistemas de vigilância vídeo foram entregues a 1.608 escolas em toda a Rússia..., o equipamento [destina-se] a vigiar as entradas e saídas dos alunos e a identificar estranhos que tentam entrar no recinto escolar, entre outros".³⁸ Apesar destas afirmações éticas superficiais, as potenciais consequências éticas negativas para os estudantes são significativas (para começar, será que os alunos ou os seus pais deram o seu consentimento?).

Foram também instalados sistemas de reconhecimento facial em muitas salas de aula nos EUA e na China, para controlar a atenção e as emoções dos alunos (embora, mais recentemente, as autoridades chinesas tenham proibido a utilização desses sistemas nas escolas até que se possam introduzir proteções adequadas)³⁹. Existem possivelmente boas - embora ainda pouco claras - razões para as tecnologias de reconhecimento facial em algumas circunstâncias, mas a utilização cada vez mais generalizada destas tecnologias nas salas de aula precisa de ser devidamente pensada. Por exemplo, a utilização de tecnologias de reconhecimento facial para detetar as emoções dos alunos pode ser feita com a melhor das intenções (mover um aluno de um estado emocional negativo para um positivo para melhorar a sua aprendizagem), mas a utilização da tecnologia desta forma representa uma intromissão significativa na privacidade individual

Finalmente, e quanto à ética da predição? Todos estamos familiarizados com as predições orientadas pela IA em plataformas comerciais como a Amazon e plataformas cinematográficas como a Netflix, que oferecem sugestões sobre o que podemos querer comprar ou ver (quando funcionam, e os autores ficam constantemente espantados com a frequência com que não parecem oferecer nada de útil). Então, o que poderia estar errado em prever o que um aluno poderá aprender de forma mais útil a seguir? No entanto, existem múltiplas questões. Que dados foram utilizados para fazer a previsão (foram recolhidos de forma ética, foram devidamente limpos de preconceitos, e como são interpretados)? Como irão os alunos e os seus professores compreender e desafiar a forma como a previsão foi feita (como irão espreitar dentro da caixa

³⁸<https://www.themoscowtimes.com/2020/06/16/russia-to-install-orwell-facial-recognition-tech-in-every-school-vedomosti-a70585>

³⁹<https://www.telegraph.co.uk/news/2018/05/17/chinese-school-uses-facial-recognition-monitor-student-attention/>

negra da ferramenta de IA)? Como será a previsão comunicada aos alunos (se se prevê que um aluno falhe ou passe facilmente, porque se dariam ao trabalho de fazer qualquer outro esforço, pois aparentemente vão falhar ou passar de qualquer forma)? E espera-se cada vez mais que as escolas entreguem a tomada de decisões às ferramentas de IA?

Conclusão

Começámos este capítulo considerando três ligações entre a IA e a educação: aprender *sobre a IA*, aprender *para a IA* e aprender *com a IA*. De facto, em cada uma delas, como vimos, a IA está a afetar cada vez mais a educação - em termos do *que os nossos jovens poderiam ou deveriam estar a aprender*, e do número crescente de *formas em que poderiam estar a aprender*. Claramente, a IA tem um enorme potencial para ajudar todos a aprender de forma mais eficaz. O nosso ponto, porém, é que isto não é o que está a acontecer atualmente. Em vez disso, a IA está a ser usada para replicar e automatizar práticas de sala de aula ultrapassadas, para substituir funções de professor (e inevitavelmente alguns professores), e para treinar os jovens a passarem nos seus exames de forma mais eficiente.

Onde estão as ferramentas alimentadas por IA para ajudar os alunos a tornarem-se super-alunos (críticos, responsáveis, colaboradores e comunicadores), e para ajudar os professores a tornarem-se super-professores? Onde está a ênfase nas nossas escolas para ensinar mais alunos a criar e controlar a Inteligência Artificial? Onde está o imperativo educacional para assegurar que todos estejam mais conscientes das múltiplas questões levantadas pela IA (tais como notícias falsas, preconceitos, e falta de controlo)? Certamente, dado que a ligação entre a IA e a educação cresce cada dia mais forte, os responsáveis políticos têm a obrigação de criar as condições para permitir que professores e estudantes reconheçam o que está a acontecer, para os capacitar a retomar o controlo dos sistemas automáticos, e para lhes permitir viver vidas gratificantes e produtivas num mundo cada vez mais dominado pela Inteligência Artificial.

De facto, como vimos, é provável que o efeito transformador da Inteligência Artificial na sociedade seja maior do que alguma vez experimentámos antes - um efeito que ultrapassa as fronteiras nacionais. Do ponto de vista europeu, as questões são ainda mais difíceis.

Embora existam alguns exemplos de ferramentas a serem concebidas na Europa para apoiar a aprendizagem com IA, a maioria dessas ferramentas são desenvolvidas noutros locais: na China, no Médio Oriente, na Índia, e predominantemente nos EUA. Existem algumas

iniciativas a nível europeu, nomeadamente as "Diretrizes Éticas para uma IA Confiável" da Comissão Europeia, mas para evitar ser dominado por potências estrangeiras, existe uma urgência crescente para que as nações europeias trabalhem em conjunto para melhorar o seu resultado coletivo nesta área, e para minimizar as diferenças de prontidão para a IA entre as nações da UE. Tal resposta deve ser enquadrada e orientada pelos princípios que já se aplicam em toda a União Europeia e que nos distinguem de outros blocos socioeconómicos.

Em particular, a Comissão Europeia deveria começar por refletir sobre o tipo de políticas e medidas que existem atualmente para a educação e formação, e como essas políticas e medidas serão afetadas pela introdução da Inteligência Artificial. Isto deverá conduzir a uma estratégia ou quadro comum que salvguarde as políticas educativas nacionais de cada Estado membro, para abordar o vasto impacto potencial da Inteligência Artificial e da educação. Tal estratégia deve assentar em princípios europeus de justiça e equidade para ajudar a garantir que todos na Europa beneficiem - e não apenas, por exemplo, as grandes empresas de tecnologia. Um tal quadro pode mesmo servir de exemplo para o resto do mundo.

A Europa também precisa de olhar para o seu sistema educativo de uma forma mais ampla, para que sejamos mais capazes de enfrentar os desafios das próximas décadas. O que devemos ensinar aos nossos jovens, com que objetivos e como? Como abordar o impacto da IA no que os seres humanos precisam de aprender e de fazer? E, o que deveríamos estar a ensinar a todos os cidadãos sobre Inteligência Artificial e o seu crescente impacto na sociedade? Por exemplo, talvez haja menos razões para nos concentrarmos em currículos estreitos que deem prioridade sobretudo a mecanismos memorização? A IA e as máquinas que ela sustenta já o fazem extremamente bem - são capazes de efetuar cálculos complexos, identificar padrões ocultos, e fazer ligações muito mais rápidas e eficientes do que os humanos alguma vez serão capazes de fazer. Então, como podemos assegurar que os valores humanos estão no centro de todas as aplicações da IA - especialmente aquelas em educação?

Como vimos, embora a ligação entre a IA e a educação exista há mais de 40 anos, só nos últimos anos é que as Oportunidades e Preocupações se tornaram mais claras. Não é demasiado tarde. Mas se quisermos aproveitar as oportunidades e minimizar as preocupações, é importante que educadores, professores, alunos e pais, juntamente com os cientistas da aprendizagem e filósofos, se envolvam com os engenheiros informáticos e cientistas de dados, para ajudar a garantir que a IA que é desenvolvida satisfaz as necessidades humanas e aborda os valores, que adere aos mais elevados padrões éticos, e que os cidadãos estão totalmente preparados para o que significa viver num mundo ao lado da IA.

Ligações úteis

Aprender sobre a IA

AutoAuto.AI - Aprender IA com veículos autónomos	https://www.autoauto.ai/
Edu ReadyAI	https://edu.readyai.org/
Elements of AI	https://www.elementsofai.com/
AI4ALL	https://ai4all.docebosaaS.com/learn
ML for Kids	https://machinelearningforkids.co.uk/
Google AIY	https://aiyprojects.withgoogle.com/
PictoBlox	https://thetempedia.com/product/pictoblox/
Curso intensivo de IA	https://www.youtube.com/playlist?list=PL8dPuuaLjXtO65LeD2p4_Sb5XQ51par_b
AI - Escola Microsoft	https://aischool.microsoft.com/
Okai - Uma introdução interativa à Inteligência Artificial (IA)	https://okai.brown.edu/index.html
Tutor de Korbit AI Learning Tutor	https://www.korbit.ai/
AI - Currículo de Unidade Alternativa	http://www.exploringcs.org/for-teachers-districts/artificial-intelligence
AI for Oceans Code.org	https://code.org/oceans
Portal UNESCO IA para K-12	http://teachingaifork12.org/#

Aprender para a IA

Curso AI+ME ReadyAI	https://edu.readyai.org/pt-pt/courses/ai-me-1/
Desafio de família AI	https://www.curiositymachine.org/lessons/lesson/
Experiências de IA	https://experiments.withgoogle.com/collection/ai
MIT Moral Machine	https://moralmachine.mit.edu/
AI + Currículo de Ética para alunos	https://www.media.mit.edu/projects/ai-ethics-for-middle-school/overview/
Movix.AI	https://movix.ai/
MIT Edu - AIK12	https://aieducation.mit.edu/

Big Reset (1)	https://www.youtube.com/watch?v=s0dMTAQM4cw
Big Reset (2)	https://www.youtube.com/watch?v=-ePZ7OdY-Dw
Cinco grandes ideias para a IA	AI4K12.org

Aprender *com* a IA

Por favor, ver as secções anteriores deste capítulo

Formação e recursos para professores

Ensino de Inteligência Artificial na Sala de Aula Secundária	https://csermoocs.appspot.com/ai_secondary
Ensino de Inteligência Artificial na Sala de Aula Primária	https://csermoocs.appspot.com/ai_primary/course
Recursos AI for Good	https://aiforgood.com.au/resources/

Sugestão de Livros IA e Educação

Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning

Charles Fadel, Maya Bialik, Wayne Holmes (2019)

Artificial Intelligence: A Guide for Thinking Humans

Melanie Mitchell (2019)

Between Brains: Taking Back our AI Future

Omar Hatamleh, George Tilesch (2020)

Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control

Stuart Russell (2020)

Machine Learning and Human Intelligence: The future of education for the 21st century

Rosemary Luckin (2018)

Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education (Digital Futures)

Neil Selwyn (2019)

Teaching AI: Exploring New Frontiers for Learning

Michelle Zimmerman (2018)

REFERÊNCIAS

Baker, T., Smith, L. and Anissa, N. (2019) *Educ-AI-tion Rebooted? Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges*, London, NESTA [Online]. Available at https://www.nesta.org.uk/documents/1190/Future_of_AI_and_education_v5_WEB.pdf.

Boddington, P. (2017) *Towards a code of ethics for artificial intelligence research*, New York, NY, Springer Berlin Heidelberg.

Corea, F. (2019) *An Introduction to Data: Everything You Need to Know About AI, Big Data and Data Science*, Studies in Big Data, Springer International Publishing [Online]. DOI: 10.1007/978-3-030-04468-8 (Accessed 26 July 2020).

Educause (2013) *7 Things You Should Know About Intelligent Tutoring Systems*, EDUCAUSE Learning Initiative [Online]. Available at <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2013/7/eli7098-pdf.pdf> (Accessed 16 July 2020).

Floridi, L. (2019) 'What the Near Future of Artificial Intelligence Could Be', *Philosophy & Technology*, vol. 32, no. 1, pp. 1–15 [Online]. DOI: 10.1007/s13347-019-00345-y.

Holmes, W. (2020) 'Artificial Intelligence in Education Promise and Implications for Teaching and Learning', 25th TCC Worldwide Conference (online).

Holmes, W., Bektik, D., Whitelock, D. and Woolf, B. P. (2018) 'Ethics in AIED: Who Cares?', Penstein Rosé, C., Martínez-Maldonado, R., Hoppe, H. U., Luckin, R., Mavrikis, M., Porayska-

Pomsta, K., McLaren, B., and du Boulay, B. (eds), *Lecture Notes in Computer Science*, London, Springer International Publishing, vol. 10948, pp. 551–553 [Online]. DOI: 10.1007/978-3-319-93846-2 (Accessed 28 August 2018).

Holmes, W., Bialik, M. and Fadel, C. (2019) *Artificial Intelligence in Education. Promises and Implications for Teaching and Learning.*, Boston, MA, Center for Curriculum Redesign.

Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, Ken, Baker, T. and Sutherland, E. (in press) 'Ethics of AI in Education: Towards a Community-wide Framework', *International Journal of Artificial Intelligence in Education*.

Jandrić, P. (2017) *Learning in the Age of Digital Reason*, Springer.

Kapur, M. (2008) 'Productive Failure', *Cognition and Instruction*, vol. 26, no. 3, pp. 379–424 [Online]. DOI: 10.1080/07370000802212669.

Lee, K.-F. (2018) *AI Superpowers: China, Silicon Valley and the New World Order*, Houghton Mifflin Harcourt Publishing Company.

Minsky, M. (1967) *Computation: finite and infinite machines*.

Moravec, H. (1988) *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*, Harvard University Press.

Nkambou, R., Mizoguchi, R. and Bourdeau, J. (2010) *Advances in Intelligent Tutoring Systems*, Springer Science & Business Media.

Nye, B. D., Graesser, A. C. and Hu, X. (2014) 'AutoTutor and Family: A Review of 17 Years of Natural Language Tutoring', *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, vol. 24, no. 4, pp. 427–469 [Online]. DOI: 10.1007/s40593-014-0029-5.

Simon, H. A. (1965) *The Shape of Automation for Men and Management*, Harper & Row New York, vol. 13.

Whittaker, M., Crawford, K., Dobbe, R., Fried, G., Kaziunas, E., Mathur, V., MyersWest, S., Richardson, R., Schultz, J. and Schwartz, O. (2018) *AI Now Report 2018*, New York, NY, AI Now Institute, New York University.

AS NECESSIDADES FORMATIVAS DO SEC XXI ASSOCIADAS AO PENSAMENTO COMPUTACIONAL

Elaine Cristina Grebogy⁴⁰

Icléia Santos⁴¹

Luana Priscila Wunsch⁴²

INTRODUÇÃO

A chegada do século XXI traz consigo transformações nos mais diversos segmentos, especialmente ocasionadas pela globalização. O progresso tecnológico é evidente, assim como a velocidade e a quantidade de informações produzidas, as quais independem de tempo e espaço. Nesse sentido, os alunos, nativos digitais, estão chegando ao Ensino Fundamental com competências pessoais bastante específicas e consoante a realidade social atual. A maioria está imerso no universo digital e tem acesso a essa grande quantidade de informação (PRENSKY, 2001). Contudo, vê-se que ainda existe um longo caminho pela frente, para que os professores acompanhem esse ritmo e saibam atuar com os mesmos. Segundo o autor, os imigrantes digitais (professores) precisam ensinar uma geração que se comporta, pensa e aprende de maneira muito diferente.

⁴⁰Doutoranda em Informática pelo programa PPGInf - UFPR, Mestre em Educação e Novas Tecnologias pelo programa PPGENT Uninter (2017). Especialista em Gestão do ambiente Escolar pela Universidade Castelo Branco (2009). Licenciada em pedagogia pela Universidade Castelo Branco (2007). Possui experiência na área de Educação, com ênfase em Administração Educacional e alfabetização. Atualmente é professora da rede municipal de ensino de São José dos Pinhais.

⁴¹Doutoranda em Informática pelo Programa PPGInf - UFPR, Mestre em Educação e Novas Tecnologias pelo programa PPGENT Uninter (2017). Possui graduação em Pedagogia pela Faculdade de Administração, Ciências, Educação e Letras (2005). Possui pós-graduação em Gestão da Educação e Psicopedagogia, pelas Faculdade de Administração, Ciências, Educação e Letras (2006) e Faculdades Bagozzi (2011), respectivamente. Atuou como Supervisora Pedagógica no Colégio Técnico Industrial de Araucária, no período de 2004 a 2006, enfatizando Educação Profissionalizante. Atuou como Diretora da Escola Municipal Emilio de Menezes, em São José dos Pinhais, de 2006 até 2019.

⁴²Doutora em Educação (Universidade de Lisboa, validação brasileira pela Universidade Federal de Pelotas-RS, 2013), sob financiamento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (Portugal); Mestre em Educação (Universidade de Lisboa, validação brasileira pela Universidade Federal de Santa Maria-RS, 2009); Especialista em Dinâmica da Comunicação e Informação (Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2004) e Pedagoga (Universidade Positivo, 2003). Possui vasta experiência em desenvolvimento e coordenação de projetos educacionais, em especial na área pública de ensino. Atualmente é Professora do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu - Mestrado e Doutorado - Profissional: Educação e Novas Tecnologias (PPGENT) da UNINTER, coordena a linha de pesquisa "Formação do docente no contexto da sua prática: integração significativa das tecnologias" e é pesquisadora da Fundação ? FAMPECT ? Fundação Wilson Picler de Amparo a Educação, Ciência e Tecnologia.

Sabe-se, atualmente, que os conhecimentos relacionados à Computação são importantes para a vida na sociedade contemporânea, quanto aqueles associados às demais áreas, como Matemática, Linguagens e Ciências (Zorzo et al., 2017). Sendo assim, se faz necessário estimular nas crianças, desde o Ensino Básico, um raciocínio analítico e sistemático, capacidades estas, primeiramente necessárias aos professores desta fase.

Surge, portanto, a necessidade de aproximação desse profissional com a realidade dos alunos. Logo, é destacada a relevância de pensar em ações formativas mais contextualizadas, considerando a realidade na qual esse profissional está inserido. Trata-se de aprender a ler a realidade (conhecê-la) para, em seguida, reescrevê-la (transformá-la) (Freire, 2008).

Para que haja inovação na educação, o professor precisa estar aberto ao novo, pois a mudança e a inovação são experiências pessoais que adquirem um significado particular na prática (Carbonell, 2002, p. 21). O professor, nesse caso, é o responsável por essa significação e, para tanto, necessita romper com alguns paradigmas tradicionais de ensino, o que, entre outros fatores, inclui o uso das tecnologias em sala de aula pelos docentes. Vale ressaltar que mais importante do que a inovação contida na própria tecnologia é a inovação que ela torna possível. As tecnologias, quando integradas a um ambiente favorecedor de aprendizagem, propiciam a ação colaborativa, permitindo parceria entre professores, alunos e comunidade.

Nessa perspectiva, a formação docente precisa ser repensada. Modelos formativos burocráticos, conteudistas e pouco inovadores tendem a não obter êxito (Moran, 2017). Para o autor, os cursos precisam ser mais ousados, trabalhar com modelos híbridos, metodologias ativas, focados em projetos e com intensa experimentação-reflexão. Necessitam ainda superar desafios numa época de intensa crise política, econômica e moral, de modo a propor alternativas diferenciadas, de ousar e de fazer melhor com menos recursos.

Ao destacar alguns pontos essenciais para qualificar a formação docente no Brasil, Nóvoa (2016) aponta a importância do trabalho colaborativo, da autorreflexão e da participação dos docentes em decisões da comunidade escolar e dos espaços públicos da educação. Sendo assim, a necessidade de um professor criativo, comunicador, colaborativo e crítico-reflexivo é eminente, pois essas são competências imprescindíveis aos cidadãos do século XXI.

A necessidade de ações formativas contextualizadas com a realidade do profissional também é emergente. A formação continuada tende a obter êxito quando possui objetivo e metodologia clara e compatível com os anseios da comunidade escolar a qual pertence o profissional em formação (ALLAN, 2011 p. 31). Partindo dessa afirmativa, a formação de professores tem um desafio ainda maior, pois deve ser personalizada aos desafios do docente, da

turma e da escola, bem como precisa ir de encontro com os recursos disponibilizados na mesma. Por isso, não cabe um modelo pronto de trabalho que possa ser aplicado independentemente.

Diante do exposto, este estudo objetiva promover reflexões a cerca a formação docente, em consonância com as demandas da sociedade do século XXI. Para tanto, o estudo foi estruturado nas seguintes ações: a) Revisar estudos bibliográficos acerca do tema; b) elencar necessidades formativas do professor do sec XXI.

Um exemplo que reúne estas necessidades, é a prática do Pensamento Computacional, do inglês *Computational Thinking*, definido como um conjunto de habilidades centradas em fundamentos da Ciência da Computação e que auxiliam na interpretação e solução de problemas de todas as áreas do conhecimento, sem ser necessário o emprego de recursos digitais para esse fim. A competência de se “pensar computacionalmente” requer a capacidade de simplificar problemas, desenvolver o raciocínio lógico, analisar fatos, reduzir problemas em partes menores e gerenciáveis, entre outros procedimentos mentais, empregados na resolução de problemas (Wing, 2006).

Acredita-se que por meio do Pensamento Computacional será possível apoiar a resolução de problemas que é uma das competências requeridas no Século XXI e ainda, contribuir diretamente com os desafios da Educação 4.0 que objetiva preparar os estudantes para conviverem com a tecnologia e os processos tecnológicos.

1 O professor do século XXI

A utilização das tecnologias tem intenso impacto nos mais diversos segmentos sociais. Aqui destaca-se a educação. Segundo Coutinho e Lisbôa (2011), as tecnologias fizeram emergir um novo paradigma, a Sociedade do Conhecimento (HARGREAVES, 2003), a Sociedade da Informação ou Sociedade em Rede, alicerçada no poder da informação (CASTELLS, 2005), e a Sociedade da Aprendizagem (Pozo, 2007). Independente do título que esse novo padrão de sociedade receba, não há como negar as mudanças ocorridas e a velocidade com que acontecem. Esse novo modelo de sociedade ultrapassa tempo e espaço, e reconfigura os ambientes de aprendizagem, ou seja,

um mundo desterritorializado, onde não existem barreiras de tempo e de espaço para que as pessoas se comuniquem, que oferece múltiplas possibilidades de aprender, em que o espaço físico da escola, tão proeminente em outras décadas, neste novo paradigma, deixa de ser o local exclusivo para a construção do conhecimento e preparação do cidadão para a vida activa. (COUTINHO; LISBÔA, 2011).

Ao definir as transformações ocorridas na educação, Fava (2012) divide-as em três categorias: Educação 1.0, 2.0 e 3.0. Segundo o autor, a Educação 1.0 esteve em vigor até o momento em que os meios de produção passaram pela primeira grande transformação da história: a Revolução Industrial, ao fim do século XVII. A Educação 2.0 tem suas bases nos princípios da Revolução Industrial, os quais ainda são muito fortes na grande maioria das escolas contemporâneas. Já a Educação 3.0 tem foco na pedagogia de parceria entre docentes e discentes, a qual define uma metodologia que prepare os estudantes para um futuro desconhecido, quando eles sobreviverão não pelo que sabem, mas pelas suas habilidades e competências em buscar e aplicar a informação, e se adaptarem a um ambiente em constante mutação.

Nessa perspectiva, Lengel (2012) estabeleceu um comparativo da evolução da educação com a evolução do mercado de trabalho, apontando que no ambiente de trabalho 1.0 as pessoas trabalhavam sobre a terra, ao ar livre, com ferramentas produzidas manualmente e em pequenos grupos. O trabalho quase não mudava de geração para geração. A educação 1.0, por sua vez, seguia esse mesmo princípio: os estudantes aprendiam na terra, ao ar livre, em pequenos grupos, usavam ferramentas simples produzidas manualmente. Pais e avós frequentavam a mesma escola e aprendiam as mesmas coisas. A escola produzia os tipos de cidadãos necessários para o mundo ao seu redor. Isto é, alguém que pudesse trabalhar em um pequeno grupo, com ferramentas manuais, executando uma variedade de tarefas a cada dia, com uma visão clara do mundo exterior e um pequeno círculo de conexões.

Para o conceito 2.0, em ambientes de trabalho, havia concentração de grandes grupos, mas as pessoas trabalhavam sozinhas em suas máquinas, fazendo a mesma coisa e ao mesmo tempo, durante todo o dia. Não era permitida a interação e a supervisão era rígida. As escolas, em contrapartida, mudaram para acompanhar as necessidades da nova economia industrial. Estudantes se formavam em grandes grupos, com a mesma idade, em lugares fechados e trabalhavam de acordo com o relógio. Usavam ferramentas mecânicas, lápis e papel. Todos faziam a mesma coisa e simultaneamente, pois eram supervisionados de perto. Esse foi o conceito de Educação 2.0, que correspondia novamente ao trabalho.

O trabalho de hoje, no ambiente 3.0, é caracterizado por pessoas trabalhando em pequenos grupos, resolvendo problemas juntos, com a utilização de ferramentas digitais. Comunicação, colaboração e interação são essenciais nesse meio. Conforme Lengel (2012), as escolas não evoluíram o suficiente para acompanhar essa mudança. Hoje, o que se encontra, na maioria delas, são estudantes em grandes grupos, utilizando papel e lápis como ferramentas, fazendo a mesma coisa e ao mesmo tempo, aproveitando poucas conexões com o mundo exterior. Para o autor, a educação 3.0 necessita que alunos e professores produzam em conjunto, empreguem ferramentas apropriadas para as tarefas e aprendam a ser curiosos e criativos.

Ao analisar essa perspectiva, identifica-se que o ritmo das alterações não se mantém como na passagem da educação e trabalho 1.0 para a fase 2.0. Existe uma lacuna entre o trabalho 3.0 e a educação, que, na maioria das escolas, ainda ocorre quase nos mesmos moldes da educação 2.0.

A expressão “educação 3.0” foi utilizada pela primeira vez pelo professor Derek Keats, da Universidade de Witwatersrand, apesar de Lengel ser o principal disseminador do termo (ALLAN, 2014). Segundo a autora, o professor (KEATS e SCHMIDT, 2007) utilizou o termo para definir o uso e o impacto na educação do aprendizado colaborativo e personalizado, a reutilização de conteúdos de aprendizado e o reconhecimento do aprendizado por meio de métodos formais ou informais.

Esse mesmo termo, defendido por Fava (2014), retrata o novo modelo de educação que contrasta com noções mais antigas sobre a passividade dos estudantes na busca da aprendizagem. Com o advento da Educação 3.0, ao invés de falar sobre alunos e professores como ocupantes de papéis separados, deve-se considerá-los como participantes ativos do processo de aprendizagem, o qual envolve um novo conjunto de regras que poucos educadores entendem e aceitam por completo (FAVA, 2012).

Sob a ótica do repensar a educação diante das transformações da sociedade, Nóvoa (1991 apud UNESCO, 2004, p. 27) abordou a gênese e o desenvolvimento da profissão docente em sua relação com a gênese e o desenvolvimento da instituição escolar. Nessa direção, a trajetória dos sistemas de ensino e da escola, bem como o papel do professor, tendem a sofrer significativas transformações nos momentos de transição das sociedades, provocadas pelos modelos culturais, sociais e econômicos vigentes em cada época. Para o autor, a história da profissão docente lida com uma série de mudanças que, hoje, ganha novos contornos, considerando um amplo debate em torno da necessidade de redefinição da função educativa - quem são os alunos, quem são os professores, qual o papel da escola, o que ensinar -, entre outros fatores.

Em outras palavras, na Educação 3.0 o estudante deve ser gerenciado e não controlado. Significa que o paradigma que presumia que as novas tecnologias substituiriam a presença do professor não é verdadeiro e que o emergente paradigma da convergência presume que novas e antigas metodologias de ensino-aprendizagem irão interagir de forma cada vez mais complexa (FAVA, 2012).

Nesse sentido, foi percebida a necessidade de uma formação escolar mais alinhada ao mundo contemporâneo que prepare o aluno para lidar com os desafios do Século XXI. Essa

necessidade ocorre, principalmente diante do atual processo de digitalização das empresas, conhecida como Indústria 4.0. Na Indústria 4.0 muito se discute sobre qualificação profissional dos jovens para atender as recentes mudanças sociais. Este é um novo parâmetro que redefine o formato de educação, conhecida como Educação 4.0 (Puncreobutr, 2016)

O ensino da computação por meio da Linguagem de Programação tem se demonstrado importante nos processos de ensino e aprendizagem da Educação 4.0, principalmente para instigar o pensamento computacional, ou seja, a capacidade de resolver problemas de forma sistemática (Aono et al., 2017)

A BNCC Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) incentiva o uso dos recursos tecnológicos para enriquecer as formas de ensinar e aprender. Este incentivo acontece, pois o ensino da computação nas escolas pode possibilitar o aluno lidar com diferentes fontes de informação para adquirir e construir o conhecimento de maneira criativa e inovadora.

O documento indica algumas habilidades do Pensamento Computacional tanto para o Ensino Fundamental como para o Ensino Médio alinhada também as diretrizes da Sociedade Brasileira de Computação (Zorzo et al., 2017).

“Associado ao pensamento computacional, cumpre salientar a importância dos algoritmos e de seus fluxogramas, que podem ser objetos de estudo nas aulas de Matemática. Um algoritmo é uma sequência finita de procedimentos que permite resolver um determinado problema. Assim, o algoritmo é a decomposição de um procedimento complexo em suas partes mais simples, relacionando-as e ordenando-as, e pode ser representado graficamente por um fluxograma.” (BRASIL, 2018, p. 271)

O desenvolvimento de práticas de ensino que integram o PC aos conteúdos e habilidades exigidas por cada Componente Curricular, em conformidade com a BNCC e ainda, a união desses preceitos na elaboração das práticas formativas, tendem a obter êxito, quando associadas as necessidades de ensino e aprendizagem no século XXI.

2 Necessidades formativas do professor do século XXI

Atualmente, para falar sobre os aspectos formativos do professor é preciso, antes de tudo, pensar qual a real necessidade desse profissional para que se possa organizar um plano formativo de acordo com suas especificidades. Isso se deve à reflexão sobre o envolvimento das práticas formativas para a transformação dos contextos institucionais desse docente. Ou seja, é fundamental falar sobre as condições de trabalho que implicam a admissão

das necessidades como ponto de partida para a formação e não apenas para a expressão de indivíduos carenciados da mesma.

Formandos e formadores devem ser atores sociais capazes de criar projetos susceptíveis de transformar a realidade na qual vivem e atuam (ESTEVES, RODRIGUES, 1994). Assim, pelo aspecto de mudança que as formações devem ter, é válido lembrar que as transformações ocorridas pela globalização e pelas inovações tecnológicas impactam diretamente no perfil dos trabalhadores e, conseqüentemente, nos processos formativos. A influência dessa nova lógica de mercado na política de formação de professores da educação básica traz consigo a precisão de se repensar os modelos que atendam as características do cidadão do século XXI.

Segundo Castro (2005), a nova base material da produção criou as condições necessárias para que o processo de trabalho fosse modificado e passasse a exigir uma produção de conhecimento cada vez maior e mais rápida, mais flexível, atingindo todos os setores sociais. As modernas e sofisticadas tecnologias não substituíram a força de trabalho, mas hoje dependem de uma mão de obra mais qualificada e bem treinada. O desenvolvimento de competências cognitivas e comportamentais assume papel fundamental nesse processo. Por outro lado, cresce a necessidade de trabalhar em grupo, gerenciar processos, eleger prioridades e criticar propostas. Esses são alguns dos pré-requisitos exigidos para o novo profissional.

Ainda sobre a necessidade de repensar processos formativos, Kuenzer (1999, p. 166) disse que

é preciso compreender que a cada etapa de desenvolvimento social e econômico correspondem projetos pedagógicos, aos quais correspondem perfis diferenciados de professores, de modo a atender às demandas dos sistemas social e produtivo com base na concepção dominante. A primeira questão a elucidar diz respeito às mudanças ocorridas no mundo do trabalho e suas decorrências para a educação e para a formação do professor.

Conforme se evidencia em diferentes estudos (e.g. CASTRO, 2005, WUNSCH, 2009: 2013), a reforma da formação de professores não pode ser isolada. Os exemplos recaem nos principais eixos encontrados, tanto nos países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento, expressos em documentos expedidos pelos organismos internacionais, entre eles a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), a Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Comissão Econômica para América Latina (CEPAL). Outro grande norteador é a P21⁴³.

⁴³Em 2002, a Aliança para Competências do Século XXI, agora denominada Parceria para a Aprendizagem do Século XXI, foi fundada como uma organização sem fins lucrativos por uma coalizão que incluía membros da comunidade empresarial nacional, líderes educacionais e formuladores de políticas. O contributo advinha de educadores, especialistas e líderes de negócios, que eram responsáveis por definir e ilustrar as habilidades, conhecimentos, experiências e suportes que os alunos precisam ter para alcançar sucesso no trabalho, na vida e na cidadania.

“21st CenturySkills”, instituído pela NEA⁴⁴ e que ajudou a estabelecer a Parceria para Competências do Século 21 (P21).

É de fundamental relevância lembrar Morin (2000) e sua publicação sobre os sete saberes necessários à educação do futuro, quando descreve as bases necessárias ao professor para a construção da educação do futuro, que são: analisar as condições psíquicas e culturais que conduzem ao erro e à ilusão; situar informações em um contexto e conjunto; estabelecer relações entre as partes e o todo; colocar a condição humana como centro de todo ensino; compreender que todos os seres humanos compartilham de um destino comum, diante dos problemas planetários; construir educação para a compreensão; estabelecer relação de controle entre indivíduo e sociedade pela democracia e pela concepção de humanidade, enquanto comunidade planetária; enfrentar imprevistos e incertezas.

Ainda nessa perspectiva, Delors (1998) publicou pela UNESCO o documento “Educação: um tesouro a descobrir” e apontou como pilares para a educação no milênio recém-iniciado as seguintes condições: aprender a conhecer, adquirir os instrumentos da compreensão; aprender a fazer, agir no ambiente; aprender a conviver, participar e cooperar; e aprender a ser. Esse último pilar é via essencial que integra os outros três precedentes.

Os fundamentos presentes nesses dois documentos têm constituído referenciais em propostas e ações de formação docente em vários países, em especial por

desvendar, no atual contexto, sentidos da formação, requer observar a sintonia dos planos de formação em relação às necessidades da escola hoje. Tal análise requer, ainda, compreender que os paradigmas de formação não são construções neutras, nem desvinculadas da realidade social em que se vive, cenário, portanto, a ser considerado quando se procura refletir sobre a formação dos docentes brasileiros(UNESCO, 2004, pp. 35–36).

Percebe-se, então, que os processos formativos não são pensados ao acaso. Vários fatores merecem ser considerados, dentre eles a realidade social, onde a formação se desenvolve, visto que é na sua complexidade e nas suas contradições que atuam as escolas. Entre consensos e dissensos sobre o professor e a formação, o que se espera é a atuação de um profissional atento às condições sociais em que está inserido.

Nesse aspecto, a Parceria para Competências do Século 21 (P21) iniciou em 2002 uma jornada de dois anos para desenvolver o que ficou conhecido como “*Framework for 21st Century Learning*”, que, traduzido, seria “Estrutura para a aprendizagem do século XXI”. A jornada

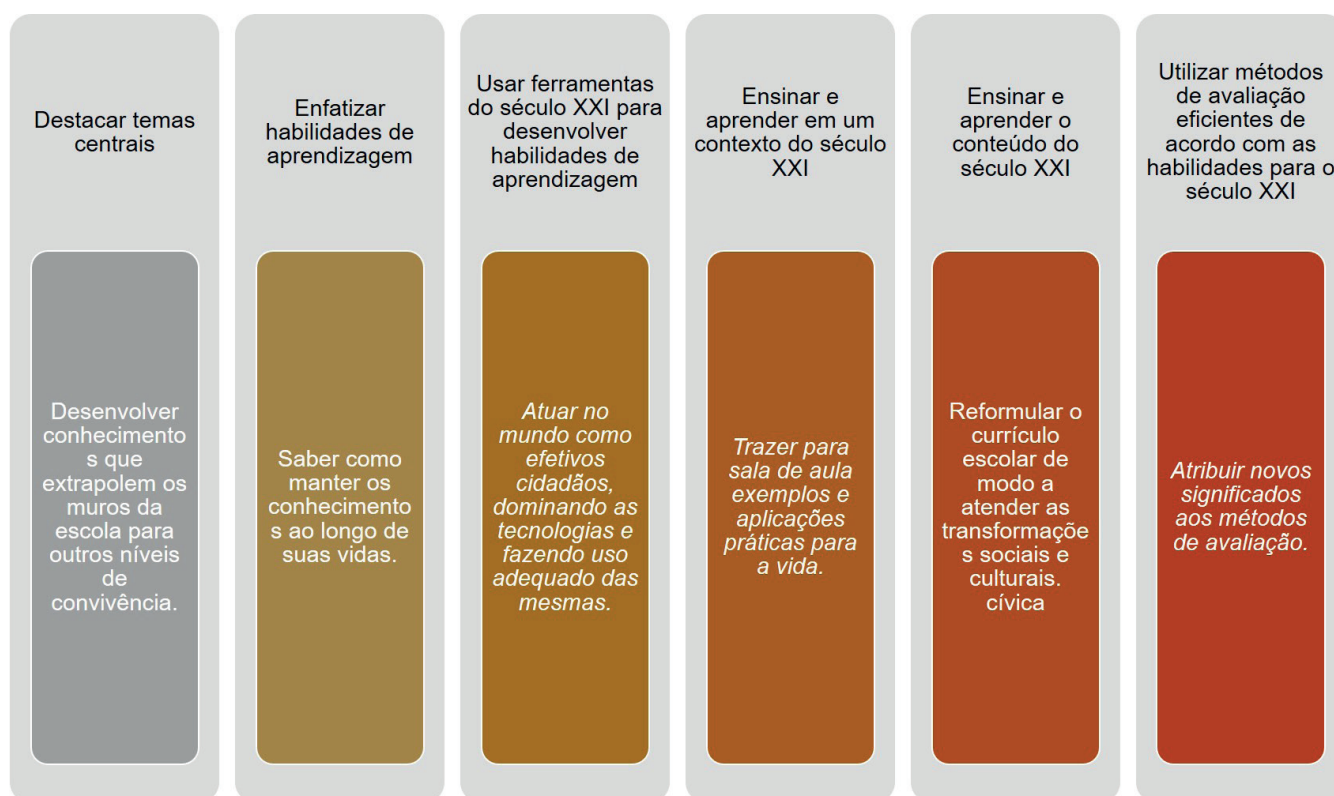
⁴⁴Nacional Education Association: organização representativa de professores das Escolas Públicas dos Estados Unidos, nos mais diversos segmentos, desde a pré-escola até os programas de pós-graduação universitária. A missão declarada da NEA é defender os profissionais da educação e unir membros e nação para cumprir a promessa de educação pública de qualidade e preparar cada estudante para ter sucesso em um mundo diverso e interdependente.

destaca diferentes competências necessárias ao processo de aprendizagem. O objetivo do P21 é promover uma conversa nacional sobre “a importância das competências do século 21 para todos os alunos” e “posicionar a prontidão do século XXI no centro da educação dos EUA”.

Para efetivar seus objetivos, a P21 desenvolveu um quadro amplamente adotado para a aprendizagem, o qual estabelece os componentes necessários para o ensino e a aprendizagem. Esses componentes são considerados essenciais para preparar os alunos para o futuro.

Segundo o documento “*Learning for the 21st Century*” (2003, p. 4), existem seis elementos-chave para impulsionar a aprendizagem no século XXI, os quais estão detalhados na Figura 1:

Figura 1 - Elementos-chave para impulsionar a aprendizagem no século XXI



Fonte: Grebogy, (2017)

Como se pode perceber na Figura 1, espera-se que a aprendizagem faça sentido ao aluno, processo que é possível com a aproximação do conhecimento da realidade do aluno. Por isso, é necessário que a aprendizagem transponha o meio escolar, pois ela se torna mais sólida e relevante quando o aluno percebe o quanto é importante para a sua vida.

Além dos conhecimentos fundamentais a serem desenvolvidos nos alunos, eles também precisam saber como podem manter esses conhecimentos ao longo de suas vidas. Não

basta somente aprender, mas sim aprender a aprender, de forma que o conhecimento adquirido na escola não se perca fora dela. Nesse âmbito, as competências de aprendizagem podem ser divididas em três pilares: as competências de informação e comunicação; as competências de raciocínio e resolução de problemas; as competências interpessoais e de autodirecionamento.

O acesso às informações e a leitura crítica das mesmas e dos meios digitais são o novo “comunicar-se” com outras pessoas e o “fazer-se entender”. Ao construir novos conhecimentos, age-se de maneira consciente tanto na vida cotidiana quanto na profissional.

Para se trabalhar as competências necessárias para o século XXI, o documento *Learning for the 21st Century* ressalta ainda a necessidade de se reformular o currículo escolar, sobretudo para atender as transformações sociais e culturais, e atribuir novos significados aos métodos de avaliação. Posterior a esse documento, a Parceria de Competências do Século XXI (P21) identificou quatro competências como sendo as mais importantes e necessárias para a educação do século XXI:

- Pensamento Crítico (**C**ritical Thinking and Problem Solving);
- Comunicação (**C**ommunication);
- Colaboração (**C**ollaboration);
- Criatividade (**C**reativity and Innovation).

A organização lançou relatórios sobre como integrar a abordagem 4C em ambientes de aprendizagem por meio de um guia de implementação⁴⁵ nos currículos de escolas, distritos escolares e programas de desenvolvimento profissional dos Estados Unidos. Essas competências ficaram conhecidas como as 4C da aprendizagem do século XXI e foram apoiadas por líderes educacionais e políticos que acreditam que elas são importantes para suas instituições hoje e se tornarão ainda mais importantes no futuro.

Apesar de as 4C serem apontadas como algo novo, não há nada de novo nessa lista que os educadores já não tenham ensinado e focado por anos. O que muda é como são vistas essas competências, o que elas significam na atualidade. As 4C não são novas, elas são diferentes. É preciso chegar a uma nova compreensão do que isso significa, neste momento, para a sociedade, pois, somente assim, é possível preparar os alunos da melhor forma.

A tecnologia, nesse cenário, é um veículo otimizador, pois as salas de aula do século 21 não são sobre tecnologia, elas são sobre aprendizagem (Pedro et al., 2010). São lugares que

⁴⁵Preparing 21st Century Students for a Global Society - A Educator's Guide to the “Four Cs” Great Public Schools for Every Student - Preparando Alunos do Século 21 para uma sociedade global Um Guia do Educador para o “Quatro Cs” - Grandes escolas públicas para cada estudante (2014).

passaram de professores dizendo e alunos fazendo, para ambientes que os têm como produtores de mídia, protagonistas, afinal

a educação vai se tornando mais complexa, porque o foco está migrando da simples transmissão de conteúdos para dimensões menos integradas, conspícuas, perceptíveis, como as competências e habilidades intelectuais, emocionais e éticas. Ruem as paredes das salas de aula, aglutinando novos espaços de ensino-aprendizagem presenciais e virtuais (FAVA, 2014, p. 69).

Trazer as 4C⁴⁶ para a sala de aula não significa “adicionar” algo. A melhor maneira de ajudar os alunos a dominar essas competências é mudar o modo de ensinar e aprender nas salas de aula. É o processo de aprendizagem, não o conteúdo da aprendizagem, que aborda as 4C.

Para este estudo, toma-se como base a formação reflexiva e, atendendo as novas exigências da sociedade globalizada, uma formação com base nas da aprendizagem: pensamento crítico, criatividade, comunicação e colaboração. Essas competências são os elementos norteadores da prática docente para um cidadão do século XXI e serão detalhadas na sequência.

2.1 O professor com pensamento crítico-reflexivo

A categoria reflexão se encontra presente nas atuais discussões sobre a formação de professores. Para a conceitualização da reflexão profissional docente, destacam-se, entre tantas definições, as de três autores (WUNSCH, 2008): pensamento reflexivo, de Dewey; praticantes reflexivos, de Schon; e ensino reflexivo, de Zeichner.

Segundo a autora, apesar da ideia do professor reflexivo incorporar o referencial para a formação do professor no contexto da reforma educacional da década de noventa, é importante ressaltar que as origens dessa perspectiva encontram respaldo nas ideias de Dewey (1967). Wunsch (2008) ainda comenta que Dewey é considerado um dos precursores do pensamento reflexivo como consequência do aprimoramento da prática docente, fazendo uma diferenciação entre os atos de rotina e os atos reflexivos. Foi esse o conceito de reflexão que serviu como pano de fundo para os estudos de Schön (1992) e, posteriormente, de Zeichner (1993).

Para Dewey (1989, p. 13), a melhor maneira de pensar é por meio do pensamento reflexivo, que, segundo ele, é “a espécie de pensamento que consiste em examinar mentalmente

⁴⁶Oriundas da proposição denominada “Os quatro Cs da educação do século XXI”, contida no documento “Preparing 21st Century Students for a Global Society- A Educator’s Guide to the “Four Cs” Great Public Schools for Every Student”- Preparando Alunos do Século 21 para uma sociedade global -Um Guia do Educador para o “Quatro Cs” - *Grandes escolas públicas para cada estudante*.

o assunto e dar-lhe consideração séria e consecutiva”. Percebe-se que o autor faz uma diferenciação entre o simples pensar e o pensar reflexivo.

Diante desses dois elementos, a dúvida e a pesquisa, o autor propõe fases para o ato de pensar reflexivamente, pois,

pensar verdadeiramente bem, cumpre-nos estar dispostos a manter e prolongar esse estado de dúvida, que é o estímulo para uma investigação perfeita, na qual nenhuma ideia se aceite, nenhuma crença se afirme positivamente, sem que se lhes tenham descoberto as razões justificativas (DEWEY, 1989, p. 25).

A ação reflexiva é uma maneira de encarar e responder aos problemas, uma maneira de ser do professor, um processo que implica mais do que a busca de soluções lógicas e racionais para os problemas. Schön (1983; 2007) inspirou uma geração de pesquisadores quanto a criação de um novo modelo de formação profissional, baseado na reflexão sobre a prática dos professores.

Schon (1983) afirma que o professor reflexivo não privilegia o saber escolar (entendido como um tipo de conhecimento que os professores, supostamente, possuem e transmitem aos alunos), mas sim o “saber tácito” dos alunos, espontâneo, intuitivo, experimental, o conhecimento cotidiano.

Este tipo de professor tem de esforçar-se por ir ao encontro do aluno e entender o seu próprio processo de conhecimento, ajudando-o a articular o seu conhecimento-na-ação com o saber escolar. Este tipo de ensino é uma forma de reflexão-na-ação que exige do professor uma capacidade de individualizar, isto é, de prestar atenção a um aluno, mesmo numa turma de trinta, tendo a noção do seu grau de compreensão e das suas dificuldades (Schön, 1992, p. 82).

Para descrever a prática reflexiva, o autor considera diferentes categorias: a reflexão na ação, a reflexão sobre a ação e a reflexão sobre a reflexão na ação. Nessa temática, Wunsch (2009), citando Perez Gómez (1998), entendeu que os estudos de Schön (1992) contribuíram, significativamente, para a construção do arcabouço do perfil da formação do professor reflexivo.

Da mesma forma, as ideias de Zeichner (1993) também apontaram que, em primeiro lugar, o professor não deve se limitar somente à reflexão sobre a sua sala de aula, mas também sobre as condições sociais, políticas e econômicas, já que é através delas que sua prática ocorre; em segundo plano, o professor deve considerar as situações de desigualdade e injustiça que os alunos trazem para dentro da sala de aula. Por último, deve refletir sobre a prática social na construção das comunidades de aprendizagem, espaço onde os professores se apoiam e sustentam o crescimento uns com os outros. No entendimento de Zeichner, as experiências da prática devem ser politicamente mais ativas para que se consiga alterar e aprimorar o seu contexto estrutural (CASTRO, 2005).

O docente que é visto como profissional reflexivo não atua como um mero transmissor de conteúdo, mas, em sua interação com os alunos, professores e toda a comunidade escolar repensam sua prática ao adequar as teorias utilizadas em sala de aula com a realidade e a necessidade dos educandos.

O professor, conforme Alarcão (2005), deve ser um prático e um teórico da sua prática. Diante disso, “a reflexão sobre o seu ensino é o primeiro passo para quebrar o ato de rotina, possibilitar a análise de opções múltiplas para cada situação e reforçar a sua autonomia face ao pensamento dominante de uma dada realidade” (ALARCÃO, 2005, p. 82-83). A autora complementa que a atitude reflexiva do professor pode fazer com que os próprios alunos se tornem reflexivos, por meio das propostas de trabalho que lhes são feitas em aula, pelo modo como lhes são apresentadas e pela forma de avaliação e reflexão sobre as ações desenvolvidas.

As transformações sociais e culturais produzidas pela globalização e as tecnologias digitais têm aproximado diferentes grupos sociais. Pessoas de diferentes classes socioeconômicas observam os mesmos programas de TV e acessam as mesmas informações pela *web* e redes sociais, o que tem possibilitado novas trocas e uma perda da centralidade do Estado como referência (PICONEZ, 2006).

Para estimular o pensamento crítico e permitir que o estudante compreenda como o conhecimento que ele está adquirindo pode resolver um problema real, os professores devem permitir o discurso singular de cada aluno, respeitando o seu contexto de vivência e suas experiências anteriores, estimulando a pesquisa e a reflexão, orientando-o a analisar, buscar e desenvolver soluções para dilemas concretos, em particular por meio de exercícios de argumentação e reflexão crítica.

2.2 O professor comunicador

Dos símbolos e sinais, com a utilização de gestos e sons, até o domínio da fala - que tornou possível transmitir informações mais complexas, ainda que num processo rudimentar, como nas pinturas rupestres -, pode-se afirmar que aconteceram mudanças nos processos comunicativos para se chegar à escrita propriamente dita. Com o invento de Gutenberg, que originou a era da impressão, a forma de se disseminar conteúdo e de se comunicar tem um avanço mais significativo. Porém, foi com o advento da internet que a quantidade e a velocidade de acesso à informação tomaram proporções gigantescas.

Para Fava (2016), a “simbiose entre comunicação e educação é um marco histórico que revolucionou a humanidade, desde os primatas até dos dias atuais” (Fava, 2016, p. 279). No entanto, a comunicação não é nova para a educação, ainda que a forma como as pessoas se comunicam tenha mudado. Essa mudança está associada às mais diversas oportunidades de comunicação e informação geradas “pela mais extraordinária revolução tecnológica da humanidade”, como nomeia Castells (2005), referindo-se às tecnologias de comunicação e informação, fundamentadas em redes digitais de computadores.

Igualmente, o processo revolucionário imposto pelas tecnologias não é novo, porém, conforme evidencia Allan (2011, p. 3), “ele tem sido constante, crescente e extremamente veloz. As informações se avolumam de modo intenso, envolvente e dominador e a educação escolar não tem acompanhado seu compasso”

O diálogo, segundo Freire (1987), é um instrumento poderoso no encontro social entre os indivíduos, pois permite a construção de novas realidades. Percebe-se que o hábito de escrever cartas uns aos outros está deixando de existir e tem cedido lugar aos *e-mails*, atualizações no *Facebook*, *Instagram*, mensagens de *WhatsApp*, *Linkedin*, *Tweets*, *Snaps*. Afinal, é dessa maneira que o mundo tem se comunicado.

A partir desse cenário, surge a pergunta: como a comunicação é vista nas escolas?

Saber ouvir e interpretar o que o outro está dizendo são habilidades que estudantes e professores precisam desenvolver constantemente. Para essa situação, a RP pode ser uma importante ferramenta para o aperfeiçoamento das competências, visto que o professor do século XXI deve aprender e ensinar a articular ideias, em diferentes ambientes, usando todos os protocolos de comunicação verbais ou escritos. Isso significa saber usar as linguagens disponíveis para instruir, motivar e persuadir – e saber quando é o melhor momento de usar cada uma delas.

Para Rivilla (2010, p. 22), “a competência comunicativa é a síntese do conjunto de mensagens, processos comunicativos e estilo de interação social que o ser humano deve conhecer e utilizar para um adequado encontro com outros sujeitos e comunidades”. Ou seja, a competência comunicativa é essencial para ensinar e aprender. É por meio dela que acontece a interação e o compartilhamento de ideias.

Vive-se um momento em que a comunicação acontece de inúmeras formas. As crianças, os jovens e adultos são adeptos das trocas de mensagens a todo tempo e lugar. Não há mais distância e hora para transmitir uma notícia, fazer uma solicitação, encontrar algo que necessite. Tudo é instantâneo.

Jenkins (2009) denominou o atual estágio da comunicação como Cultura da Convergência, ou seja, a passagem do estágio da cultura interativa para a cultura participativa. Então, “se o paradigma da revolução digital presumia que as novas mídias substituiriam as antigas, o emergente paradigma da convergência presume que novas e antigas mídias irão interagir de forma cada vez mais complexas” (JENKINS, 2009, p. 32).

Ao trazer o conceito de Jenkins para educação, Fava (2012, p. 7) afirmou que:

A cultura da convergência traz o fluxo de conteúdos e informações por meio de múltiplas plataformas de informação e um novo comportamento migratório dos estudantes, que vão a quase qualquer parte em busca das experiências de aprendizagem que desejam.

Isso significa que esse aluno precisa ser conduzido a fontes seguras, visto que a quantidade e a velocidade de informação e comunicação, ao qual está exposto, aumentam a cada dia.

Já Nóvoa (2014), em entrevista para a *Revista Gestão Educacional*, colocou a comunicação como um dos maiores desafios no que se refere ao papel da escola no século XXI. As maneiras de aprender e de se comunicar foram reconfiguradas, pois

no passado, aprendíamos uma coisa e depois comunicávamos essa coisa. Havia dois momentos: o de aprender e o de comunicar o que aprendíamos. Hoje, esses dois momentos não existem, porque é no próprio processo de comunicação que se gera aprendizagem e conhecimento (NÓVOA, 2014, p. 32).

Pode-se afirmar que a comunicação tem valor diferente do que tinha no passado e que os professores precisam estar atentos e utilizar o potencial de comunicação que existe nas novas gerações, de forma a favorecer o seu próprio aprendizado.

2.3 O professor colaborador

Assim como a comunicação, a colaboração também não é assunto novo na educação. No século passado já se faziam projetos de grupos na escola, então, por que a colaboração é uma competência do século 21?

A aprendizagem colaborativa precisa ir além do trabalho entre pares. Uma comunidade virtual é construída sobre as afinidades de interesses, de conhecimentos, sobre projetos mútuos em um processo de cooperação ou de troca, tudo isso independentemente das proximidades geográficas e das filiações institucionais (LÉVY, 2009, p. 127). É necessário que os alunos

possam se ajudar e interagir independente do espaço e tempo. Uma das alternativas é usar os espaços *online* para compartilhamento de informações, como os fóruns, *Wikis*, grupos em *Facebook* e *WhatsApp*, além de plataformas temáticas de vídeos. Outro exemplo é o *Google Docs*, que permite a colaboração de vários atores ao mesmo tempo, num determinado projeto ou documento.

O trabalho colaborativo, conforme afirma Surowiecki (2005), utiliza-se da “sabedoria das multidões”. O autor afirma que sob as circunstâncias corretas, os grupos são muito inteligentes e, muitas vezes, são mais inteligentes do que as pessoas mais inteligentes neles. A colaboração é essencial nas salas de aula, pois é inerente à forma como o trabalho é realizado na sociedade.

Acredita-se que pessoas que trabalham juntas podem produzir recursos extremamente abrangentes e valiosos. A Inteligência Coletiva está distribuída por toda a parte, é constantemente valorizada e conduz a uma constante mobilização das competências e elaboração de novas maneiras de pensar. Tem por objetivo o reconhecimento e o enriquecimento mútuo dos indivíduos (LÉVY, 2009).

A presença cada vez maior das mídias participativas e interativas forçará uma transformação cultural à medida que os estudantes sejam incentivados a procurar novas informações, fazer conexões para buscar conteúdos esparsos, soltos, dispersos. Cada vez mais, a expressão cultura participativa contrasta com noções antigas sobre passividade, apatia e inércia dos estudantes (FAVA, 2014).

2.4 O professor criativo

No mundo da concorrência global e automação de tarefas, inovação e espírito criativo estão rapidamente se tornando requisitos para o sucesso pessoal e profissional. Tal aspecto já foi descrito por Woods (1999, p. 127), quando afirmou que a criatividade é uma característica inerente aos estudantes, sendo a questão fundamental, “o modo como os professores poderão induzir mais criatividade no pensamento destes”.

Alencar (2001), por sua vez, considerou fundamental repensar a educação, visto que o foco na memorização e reprodução do conhecimento precisa ser revisto. A mesma autora ressalta que é de fundamental importância exercitar a capacidade de pensar, imaginar e criar. Esse mesmo conceito é defendido por Torre (2008), sobretudo quando afirma que a criatividade começa a ser considerada uma riqueza social e que é necessário renovar as metas educativas, tendo em vista o desenvolvimento do pensamento criativo.

Ao professor cabe desenvolver a capacidade de elaborar, refinar, analisar e avaliar ideias para que elas possam ser ampliadas e maximizadas, fazendo sentido para a realidade da escola, do estudante e dele próprio, destacando que:

há um reconhecimento crescente da importância da criatividade nos mais diversos setores da sociedade. Ela tem sido considerada o recurso mais precioso para se lidar com os desafios que acompanham o atual momento, marcados por mudanças em ritmo cada vez mais rápido, por um progresso sem precedente, por grande instabilidade e incerteza (ALENCAR; FLEITH, 2003, p. 131).

Ao considerar a importância da criatividade e o fundamental papel que a escola e o professor exercem para a promoção da mesma, retoma-se a questão do PC como um importante caminho para o exercício da criatividade.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo abordou as questões fundamentais sobre a preparação dos professores e das estruturas educacionais para a implementação do ensino de habilidades necessárias a todos os cidadãos do século XXI, especialmente aquelas relacionadas à resolução de problemas.

A atualização curricular dos professores está sendo fortemente consolidada por programas do governo para o uso de recursos tecnológicos em sala de aula (PARFOR e ProInfo)⁴⁷, principalmente com o advento da BNCC. Percebe-se que há um esforço dos governos federal, estadual e municipal no sentido de inserir em definitivo a tecnologia num ambiente escolar ainda acanhado.

. Desta maneira, o conceito de Pensamento Computacional proposto por Wing (2006), emergiu como incentivador aos recursos tecnológicos e para o desenvolvimento de habilidades e competências do século XXI, como as 4C's.

Vale destacar que o uso dos recursos tecnológicos no ensino, não exige apenas seu manuseio, mas um interesse intrínseco em fazer a diferença na prática pedagógica reflexiva, uma vez que o uso de *tablets* e *smartphones* não garante, por si só, uma melhor qualidade do ensino. Em se tratando de tecnologia, é preciso uma grande intervenção dos profissionais para potencializar o uso do Pensamento Computacional. Assim, a formação de professores para a utilização de tecnologias afins pode vir a contribuir para o aprimoramento da prática educativa, se pautada pela compreensão das possibilidades e limites desse instrumento e na concretização do papel educativo escolar.

⁴⁷Plano Nacional de Formação de Professores (PARFOR) e Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo).

Ao elencar as necessidades formativas atuais pretende-se posicionar os profissionais em seus comprometerimentos, enquanto sujeito responsável para atuar no ensino e exercitar sua prática docente.

REFERÊNCIAS

ALARCÃO, I. **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Portugal: Porto Editora, 2005.

ALENCAR, E. S. DE. **Criatividade e educação de superdotado**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

ALENCAR, E. S. DE; FLEITH, D. DE. **Criatividade: Múltiplas Perspectivas**. 3. ed. Brasília: Editora UNB, 2003.

ALLAN, L. M. V. **Formação Continuada de Professores em programa de informática educativa: o diálogo possível revelado na pós-formação**. [s.l.] Universidade de São Paulo (USP), 2011.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular – BNCC. Brasília: MEC, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

CARBONELL, J. **A Aventura de Inovar: A Mudança na Escola**. Porto Alegre: Artmed, 2002

CASTELLS, M. A Sociedade em Rede: do conhecimento à política. In: **A Sociedade em Rede: do conhecimento à acção política**. Lisboa: INMC, 2005.

CASTRO, A. M. D. A. Mudanças tecnológicas e suas implicações na política de formação do professor. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 13, n. 49, p. 469–486, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362005000400005>

COUTINHO, C.; LISBÔA, E. Sociedade da Informação, do Conhecimento e da Aprendizagem: desafios para educação no século XXI. **Revista de Educação**, v. XVIII, n. 1, p. 5–22, 2011.

DELORS, J. O. **Educação - Um tesouro a descobrir Relatório para a Unesco da Comissão Internacional sobre a Educação para o século XXI**. São Paulo: Cortez, 1998.

DEWEY, J. **Vida e educação**. 6. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1967.

DEWEY, J. **Como pensamos**. Barcelona: Paidós, 1989.

ESTEVES, M.; RODRIGUES, A. **Análise De Necessidades Na Formação Profissional De Professores**, 1994. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/54209/2/44512.pdf>> Acesso em setembro de 2020.

FAVA, R. **Educação 3.0 - Como Ensinar Estudantes Com Culturas tão Diferentes**. 2.ed ed. Cuiabá: Carlini e Caniato Editorial, 2012.

FAVA, R. **Educação 3.0- Aplicando o PDCA nas instituições de ensino**. 1.ed ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

FAVA, R. **Educação para o século XXI: a era do indivíduo digital**. 1.ed ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. **Paulo Freire, o mentor da educação para a consciência**. 2008. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/460/mentor-educacao-consciencia>>. Acesso em: 25 maio. 2017.

GREBOGY, Elaine. Formação em Contexto de São José dos Pinhais: Robótica Sustentável. Dissertação de Mestrado. Curitiba: UNINTER, 2017.

HARGREAVES, A. **O Ensino na Sociedade do Conhecimento: a educação na era da insegurança**. Porto: Editora Porto, 2003.

JENKINS, Henry. **A cultura da convergência**. 2ed. São Paulo: Aleph, 2009.

KEATS, DEREK; SCHMIDT, J. P. The genesis and emergence of Education 3.0 in higher education and its potential for Africa. **First Monday**, v. v. 12, , 2007.

KUENZER, A. Z. As políticas de formação: a constituição da identidade do professor sobrando. **Educação & Sociedade**, v. 20, n. 68, p. 163–183, 1999.

LENGEL, James G. Education 3.0: seven steps to better schools. New York: Teachers College, 2012.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva**. 7. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2009.

MORAN, J. **Transformando profundamente a formação dos professores**. Disponível em: <<http://moran10.blogspot.com.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2017.

- MORIN, E. . **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. São Paulo: Cortez, 2000.
- PEDRO, N., WUNSCH, L., ABRANTES, P. Tecnologias, inovação e desenvolvimento profissional docente no século XXI (ou, pergunte-se aos alunos o que os professores precisam de aprender). **I Encontro Internacional TIC e Educação**, p. 937–942, 2010.
- PICONEZ, S. C. B. Inclusão social e inclusão digital: elementos dinamizadores da inteligência coletiva e os desafios permanentes da educação básica. **Momento do Professor: revista de educação continuada**, v. 3, p. 36–44, 2006.
- POZO, J. I. a Sociedade Da Aprendizagem E O Desafio De Converter Informação Em Conhecimento. **Revista do Projeto Pedagógico Online**, p. 34–36, 2007.
- RIVILLA, A. M. **Formação e Desenvolvimento das Competências Básicas**. Curitiba: Ibplex, 2010.
- SCHÖN, D. **The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action**. Avebury: Aldershot Hants, 1983.
- SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: **Os Professores e sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992.
- SCHÖN, D. **Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- SUROWIECKI, J. **A sabedoria das multidões**. Nova York: Anchor, 2005.
- TORRE, S. DE L. **Criatividade Aplicada: Recursos Para Uma Formação Criativa**. [s.l.] Madras, 2008.
- UNESCO. **O Perfil dos Professores Brasileiros: o que fazem, o que pensam, o que almejam...** São Paulo: Editora Moderna, 2004.
- WOODS, P. Aspectos sociais da criatividade do professor. In: **Profissão professor**. NÓVOA, A. (Org.). [s.l.] Porto Editora, 1999.
- WUNSCH, L. P. “O que fiz bem, o que fiz mal?” Desenvolvimento de competencias reflexivas na formação inicial dos professores. 2008.
- WUNSCH, L. P. A Formação Inicial: Saberes Necessários. **Passages de Paris Édition Spéciale**, p. 205–222, 2009.

WÜNSCH, L. P. Formação Inicial De Professores Do Ensino Básico E Secundário: Integração Das Tecnologias Da Informação E Comunicação Nos Mestrados Em Ensino. 2013.

ZABALZA, M. A. **O ensino universitário: seu cenário e seus protagonistas**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZEICHNER, K. M. **A formação reflexiva de professores: idéias e práticas** Lisboa Educa, , 1993.

ZORZO, A. F., FRANGO, I., RIBEIRO, L., GRANVILLE, L. Z., SALGADO, L., JOCHIMS, M., BIGOLIN, N., ANDRÉ, S., CAVALHEIRO, C., Fortes, S., MATOS, E. D. S., STEINMACHER, I. F., LEITE, J. C., ARAUJO, R. M. De, CORREIA, R. C. M., & MARTINS, S. D. L. **Referenciais de Formação em Computação : Educação Básica**. 051, 1–9, 2017.

A ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO RECURSO PEDAGÓGICO PARA APRENDER PROGRAMAÇÃO E DESENVOLVER COMPETÊNCIAS DE PENSAMENTO COMPUTACIONAL: PRÁTICAS DE FUTUROS DE INFORMÁTICA

João Piedade⁴⁸, Nuno Dorotea⁴⁹

INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentamos e discutimos uma experiência didática desenvolvida na formação inicial de professores de informática com um grupo de 15 futuros professores. A experiência decorreu na unidade curricular de didática da informática I durante o 1º semestre letivo de 2019/2020, e procurou analisar o desenho de atividades de pensamento computacional e iniciação à programação com recurso a robótica educativa, para implementação junto de alunos do ensino básico e secundário (5º ao 9º ano de escolaridade).

O decreto-lei n.º 43/2007, alterado posteriormente pelo decreto-lei n.º 79/2014, veio estabelecer o regime jurídico para a habilitação profissional para a docência na educação pré-escolar e nos ensinos básico e secundários. Após a aprovação deste normativo legal os

⁴⁸Professor Auxiliar Convidado do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa e membro da Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Formação (UIDEF). Doutor em Educação na Especialidade de Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação pela Universidade de Lisboa, Mestre em Tecnologias e Metodologias em E-learning pela Universidade de Lisboa e Licenciado em Engenharia Informática Instituto Politécnico da Guarda. Atua na formação inicial de professores de informática e nos cursos de pós-graduação, mestrado e doutorado na área das tecnologias da informação e comunicação na educação. Atualmente coordena o curso pós-graduado de especialização em tecnologias e robótica no ensino básico e é membro da comissão científica do mestrado em ensino de informática. Tem como interesses de investigação a aprendizagem enriquecida com tecnologias digitais, e-learning e aprendizagem online, formação inicial de professores, pensamento computacional, programação e robótica na Educação, inteligência artificial e educação, didática da informática, competências séc. XXI e metodologias ativas, design de cenário de aprendizagem em educação. É autor e coautor capítulos de livro e de artigos publicados em revistas e conferências nacionais e internacionais.

⁴⁹Professor auxiliar convidado e investigador no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa (IEUL) onde colabora na Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Educação Formação (UIDEF). Doutor em Educação, na especialidade de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, mestre em Tecnologias e Metodologias de E-learning e pós-graduado em Administração Educacional pelo IEUL onde leciona no Mestrado em Ensino da Informática, Mestrado em Educação e Formação, Mestrado em Inovação em Educação e no Curso de Especialização em Tecnologias e Robótica no Ensino Básico. Docente em mobilidade no Centro de Competência em Tecnologias e Inovação do IEUL (C2Ti), integrante da Rede de Centros de Competência TIC do Ministério da Educação, colabora com a Direção-Geral da Educação e instituições de ensino em projetos que integram tecnologias digitais. Concebe ações de formação no âmbito do desenvolvimento profissional de professores na área das tecnologias digitais na educação e na avaliação formativa das aprendizagens com tecnologias digitais. Desenvolvimento de projetos no âmbito das competências digitais dos professores (DigCompEdu, Check-In) e das organizações educativas (DigCompOrg, SELFIE), e da integração das tecnologias digitais em processos de inovação e gestão escolar. Os interesses de investigação incluem a aprendizagem enriquecida por tecnologia digital, aprendizagem online e ensino a distância, formação inicial de professores em ciências da computação, ensino da informática, formação de professores em tecnologias digitais, programação e robótica educativa, pensamento computacional, avaliação das aprendizagens com tecnologias digitais, plataformas adaptativas de aprendizagem e de avaliação, inteligência artificial na educação, e tecnologias digitais na administração e gestão escolar.

futuros professores passar a ter de possuir o grau de mestre em ensino numa determinada área disciplinar. Assim, nos moldes atuais, para exercer a função de professor de informática nos ensinos básico e secundário é necessário a frequência de um curso mestrado em ensino de informática. Os candidatos a futuros professores de informática devem possuir uma licenciatura e demonstrar a aprovação de 120ECTS em unidades curriculares de informática para ingresso no curso de mestrado. O curso de mestrado está organizado em 4 áreas de formação: a) formação em didática da informática; b) formação em educação geral; c) formação na área de docência (área científica de informática); e d) iniciação à prática profissional. Cada uma destas áreas de formação contempla um conjunto de unidades curriculares que os futuros professores devem cursar de acordo com o plano de estudos.

Neste capítulo abordaremos atividades desenvolvidas numa unidade curricular da componente de didática da informática. A unidade curricular de didática da informática I, que decorre no 1º semestre do 1º ano, tem como objetivo levar os alunos a desenvolver reportório pedagógico sobre o ensino das tecnologias da informação e comunicação, o desenvolvimento de pensamento computacional, a introdução à programação, a programação de objetos tangíveis (robôs e drones), bem como o estudo de metodologias e estratégias pedagógicas para trabalhar estes conceitos das ciências da computação com alunos. Deste modo, definimos como objetivo analisar as práticas dos futuros professores no desenho de atividades de aprendizagem com robótica educacional para ensinar conceitos iniciais de programação e como essas atividades podem promover o desenvolvimento de competências de pensamento computacional dos próprios e dos futuros alunos. Em concordância foram assumidos os seguintes objetivos de investigação:

- 1) Analisar as experiências prévias dos futuros professores na utilização de robótica educacional e de ambientes de programação por blocos em atividades de aprendizagem;
- 2) Analisar as metodologias e estratégias pedagógicas selecionadas pelos futuros professores para futura implementação das atividades de aprendizagem que planearam;
- 3) Identificar as articulações curriculares com outras áreas disciplinares promovidas pelas atividades de aprendizagem desenhadas pelos futuros professores;
- 4) Identificar os conceitos iniciais de programação e as dimensões do pensamento computacional presentes em cada uma das soluções desenhadas pelos futuros professores;
- 5) Analisar o interesse e sentido de autoeficácia dos futuros professores no uso de robótica educacional em futuras atividades pedagógicas com alunos do ensino básico e secundário.

Pensamento Computacional: do conceito às competências

O termo pensamento computacional vindo a ganhar relevância no léxico de educadores e investigadores desde a sua definição, 2006, por Jannette Wing. A sua importância e relevância consubstancia-se pela sua inclusão nos currículos escolares de vários países e pelo pela investigação desenvolvida e publicada sobre o tema. No entanto, encontramos evidência sobre as ideias relacionadas com pensamento computacional nos trabalhos de Seymour Papert, quando no seu livro *Mindstorms* (PAPERT, 1980) refere “ *In this book I have clearly been arguing that procedural thinking is a powerful intellectual tool and even suggested analogizing oneself to a computer as a strategy or doing it* (p.155). Inspirada pelas ideias de Papert, duas décadas depois, Wing (2006) definiu pensamento computacional como uma forma de “*solving problems, designing systems, and understanding human behavior, by drawing on the concepts fundamental to computer science*” (p.32). Salienta a mesma autora que PC “*is using abstraction and decomposition when attacking a large complex task or designing a large complex system*” (p.32). O pensamento computacional assume-se como uma forma de pensamento analítico com ligação ao pensamento matemático, científico e de engenharia (WING, 2006). Tendo em consideração a definição proposta por Wing, outros autores têm vindo a definir pensamento computacional como um conjunto de competências que incluem a definição, decomposição e resolução de problemas, a abstração, o pensamento lógico e crítico, reconhecimento de padrões (BRENNAN e RESNICK,2012), e a gestão eficiente da informação recorrendo a tecnologias emergentes na era do *Big Data* (BURKE, O’BYRNE e KAFAI, 2016). Na tabela 1, mapeamos as principais dimensões de pensamento computacional, referidas na literatura, e apresentamos uma breve definição sobre cada uma delas.

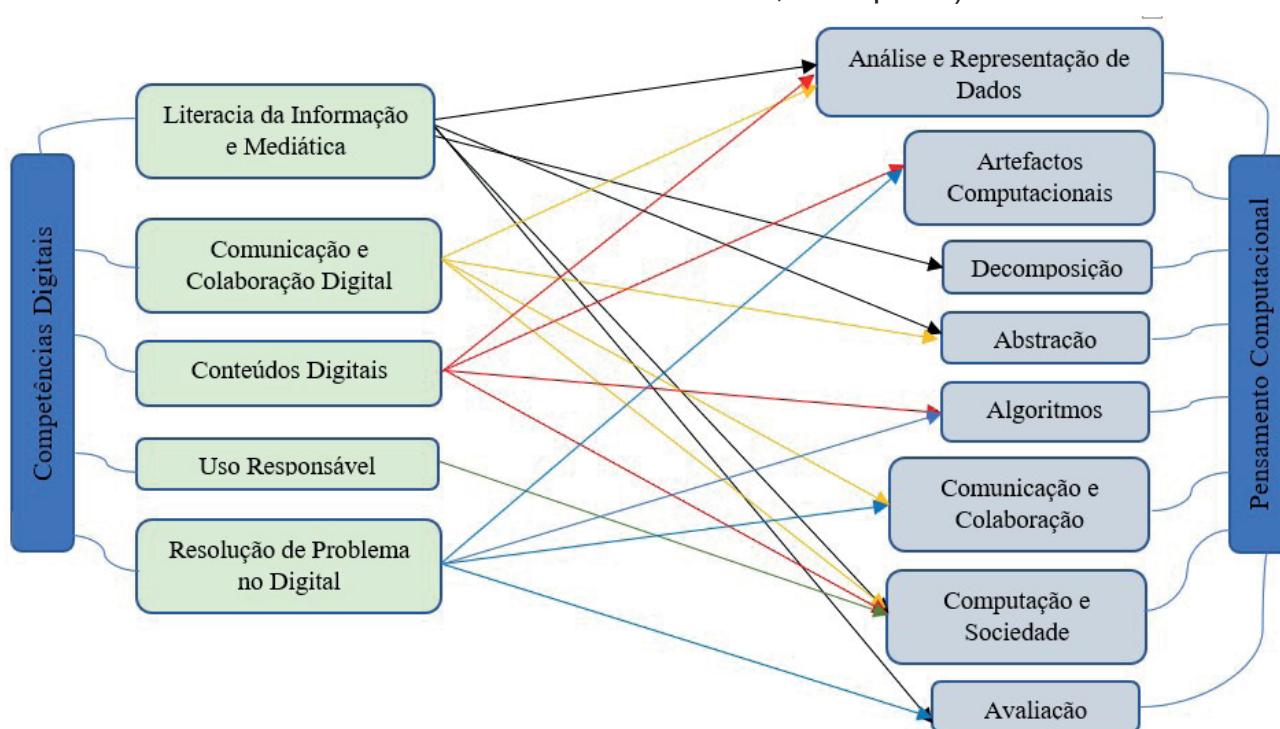
Tabela 1 - Dimensões de Pensamento Computacional

Dimensões de Pensamento Computacional	Definição
Abstração	Identificação das características essenciais de uma situação ou problema eliminando as informações desnecessárias e acessórias.
Decomposição	Para resolver problemas necessitamos de fazer escolhas sobre “o quê” e “como fazer”. A decomposição consiste na divisão do problema em partes mais pequenas de modo a tornar mais fácil a sua resolução.
Generalização	Transferir os conhecimentos, os processos e as soluções encontrados para a resolução de outros problemas semelhantes.
Reconhecimento de padrões	Identificar padrões ou características que podem ser generalizadas. Procurar definir padrões pode ajudar a estabelecer o caminho para a identificação de possíveis soluções.

Algoritmos	Desenhar sequências de instruções (ações) para implementar a(s) solução(ões) de um ou mais problemas.
Controlo de Fluxo	Utilização de diferentes estruturas de controlo de fluxo.
Representação de Dados	Processo de seleção dos modelos adequados para representação de dados.
Paralelismo	Processo através do qual várias sequencias de instruções, ou ações, são executadas ou estão correndo em simultâneo.
Sincronização	Processo que envolve controlo de fluxo e a troca de mensagens de modo a sincronizar dados e processos.
Teste e correção de erros	Processo de análise e teste passo-a-passo das propostas de solução para um determinado problema.

As principais dimensões e princípios do pensamento computacional encontram-se alinhadas com as principais competências Séc. XXI, presentes em vários estudos e referenciais, como a resolução de problemas, o pensamento crítico, a criatividade, a comunicação e colaboração (REPENNING *et al*, 2015) e as competências digitais (JUŠKEVIČIENĖ e DAGIENĖ, 2018). Juškevičienė e Dagienė (2018) analisaram as conexões e interconexões entre as competências digitais e algumas dimensões do pensamento computacional e concluíram que existem muitas em comum, embora refiram, igualmente, que algumas se sobrepõem. Na figura 1, apresentamos, tradução nossa, a representação gráfica das interconexões estabelecidas pelas autoras.

Figura 1 - Interconexões entre Competências Digitais e Pensamento Computacional (Traduzido de JUŠKEVIČIENĖ e DAGIENĖ, 2018 p.265)



Introdução à programação: conceitos, dificuldades e ferramentas

A programação é uma importante área das ciências da computação que tem vindo a ser incluída nos currículos escolares em vários países, de forma autónoma numa disciplina escolar ou integrada em contexto de outras disciplinas e áreas. De facto, em vários países a opção curricular tem sido pela inclusão desta temática em disciplinas de programação, noutros a opção passa pela integração em disciplinas de tecnológicas ou, mesmo de forma transversal, no currículo de outras disciplinas como matemática ou ciências. No contexto Português, as últimas alterações curriculares de 2017 vieram reforçar o ensino desta área, no âmbito da disciplina de tecnologias da informação e comunicação, no percurso escolar dos alunos dos 5.º aos 9.º anos de escolaridade.

A nível internacional várias organizações têm vindo a desenvolver e/ ou atualizar um conjunto de *frameworks* ou *standards* curriculares para o ensino da programação, e de outras áreas das ciências da computação. Instituições como, a *Association for Computing Machinery* (ACM), a *Computer Science Teacher Association* (CSTA), a *Internacional Society for Technology in Education* (ISTE) e o *Computing at School Group* definiram um conjunto de standards curriculares com o objetivo de promover a aprendizagem da programação e promover a literacia computacional dos alunos. Focando a análise na programação, é esperado que os alunos adquiram conhecimentos de base sobre algoritmia, sequencias e instruções, tipos de dados, variáveis, constantes, listas, estruturas condicionais (decisão e seleção), estruturas de repetição, sincronização, paralelismo, procedimentos e funções e teste e depuração.

A programação é uma área disciplinar que, tradicionalmente, envolve o pensamento computacional, algorítmico e lógico, identificação de problemas, o desenho e codificação de soluções. Para tal, é necessário compreender a sintaxe, a semântica e a complexidade das diversas linguagens de programação e o conhecimento teórico e prático aprofundado sobre os diversos paradigmas e as suas características (PIEDADE, DOROTEA, SAMPAIO e PEDRO, 2019). Estas características tornam o processo de aprendizagem muito complexo e difícil para os alunos, em particular para os que se encontram a iniciar o contacto com a programação (JENKINS, 2002; MARTINS, MENDES e FIGUEIREDO, 2013). Cheng (2013) referia que um dos maiores desafios, para os alunos iniciantes, é perceber como conjugar as várias instruções sintáticas e semânticas, que aprendem numa dada linguagem, para a criação de um programa que resolva um problema concreto.

A seleção das linguagens e ambientes de programação (IDE) para iniciar a aprendizagem dos conceitos base, é um desafio para o professor, que se encontra por vezes, confrontado com a

escolha de uma linguagem e um ambiente profissional (e.g. programação textual), de uma linguagem e ambiente pedagogicamente mais fáceis para os alunos (e.g. linguagens de programação visual ou por blocos) ou uma linguagem e ambiente sobre as quais tem um maior conhecimento e domínio científico. As linguagens e os ambientes profissionais são excelente ferramentas que disponibilizam diversos recursos de suporte à aprendizagem, mas, em muitos casos, podem ser demasiado complexas para os alunos (NAVARRETE, 2013; WEBB e ROSSON, 2011). Acresce ainda que alguns professores acreditam que apenas experiências de programação com linguagens textuais (e.g. C, C++ ou Java) permitem a aprendizagem de programação.

Tendo em consideração as dificuldades atrás referidas e a inclusão da aprendizagem de programação nos currículos do ensino básico e secundário, proporcionou o surgimento, na última década, de diversos ambientes de programação visual e por blocos que permite de forma simples e visual aprender os diferentes conceitos. Os princípios presentes neste tipo de ambientes encontram as suas fundações nas ideias de Seymour Papert e da sua linguagem Logo, a primeira desenvolvida para ser utilizada por crianças em atividades de aprendizagem. Após o surgimento destas novas ferramentas, vários estudos têm sido desenvolvidos, procurando perceber como este tipo de ferramentas podem potenciar o desenvolvimento do pensamento computacional e a aprendizagem de conceitos iniciais de programação. Alguns estudos apontam que os ambientes de programação por blocos podem ser excelentes ferramentas para aprender programação que podem ajudar a ultrapassar as dificuldades dos alunos presentes na utilização das clássicas linguagens textuais (FRANKLIN *et al*, 2017; WILSON e MOFFAT, 2010).

Para auxiliar os professores na escolha do ambiente de programação, Piedade, Dorotea, Sampaio e Pedro (2019) analisaram 26 ambientes de programação visual e por blocos, focando a análise na sua potencialidade pedagógica, tipologia de programação (por blocos, textual, híbrida), adequação às diversas faixas etárias, possibilidade de evolução em termos de programação, forma de interação, entre outras. Deste trabalho, resultou uma matriz que permite, ao professor, fazer uma escolha informada e comparada de um determinado ambiente de programação relativamente a outro.

A robótica educativa como recurso pedagógico

A utilização de robótica em contexto educativo tem o seu início nos trabalhos de Papert (1980), primeiro na definição da linguagem logo e mais tarde na utilização para a programação de pequenos robôs móveis, as famosas tartarugas, definidos por Papert como “*Objects-to-think-with*”. Um dos seus livros mais emblemáticos, *Mindstorms – Children, Computers, and*

Powerful Ideas, esteve na origem do desenvolvimento do Robô Lego Mindstorms, através da sua colaboração com a LEGO GROUP. Papert (1980) defendia, na sua teoria construcionista, que a aprendizagem é mais efetiva e significativa quando os estudantes experimentam e constroem 'coisas' através da interação com objetos como computadores e robôs.

A robótica educativa é uma excelente ferramenta pedagógica para introduzir pensamento computacional e programação em atividades de aprendizagem com alunos, mesmo para os em idade escolar mais precoce. A utilização de robótica e de ambientes de programação por blocos permitem aos alunos desenvolver competências de pensamento computacional e programação (CHALMERS, 2018). No processo de desenho, adaptação, construção e programação de robôs os alunos aplicam conceitos computacionais, tais como instruções, sequências, estruturas de decisão e repetição, reconhecimento de padrões. As soluções programadas e as performances do robô, em diferentes cenários, demonstram as suas práticas computacionais à medida que vão testando, corrigindo e melhorando os programas e soluções (CHALMERS, 2018; BERS *et al*, 2013). Estas potencialidades são referidas por vários outros autores (BRENNAN e RESNICK (2012), CHALMERS e NASON, 2017; KAZAKOFF e BERS, 2014) quando referem que ao contruir e programar robôs através da resolução de problema os alunos, mesmo os mais pequenos, desenvolvem competências de pensamento computacional como a resolução de problemas, abstração, decomposição, reconhecimento de padrões e de pensamento lógico e criativo. Alguns estudos têm, igualmente, demonstrado a evidência que aprender programação através da interação com objetivos tangíveis, como robôs, produz bons resultados na aprendizagem dos alunos e, sobretudo, na forma como pensam, desenham e testam soluções para os diversos problemas que são desafiados a desenvolver (KAZAKOFF e BERS, 2014; KAZAKOFF, SULLIVAN e BERS, 2013; SULLIVAN e BERS, 2016).

Apesar das vantagens e potencialidades da robótica educativa e dos ambientes de programação por blocos abordados no tópico anterior, é necessário pensar em estratégias e metodologias para a sua integração e utilização em sala de aula. Deste modo, a proposta metodológica que trabalhamos com os futuros professores de informática passa pelo desenho e implementação de cenários de aprendizagem, suportados em metodologias ativas de aprendizagem, que descrevemos no tópico seguinte.

Cenários de Aprendizagem e Metodologias Ativas

O desenho de cenários tem sido utilizado em diferentes áreas de atividade (e.g. economia, marketing, medicina, desenvolvimento de software, etc.) como estratégia para projetar

o futuro, antecipando problemas e prevendo soluções para esses mesmos problemas (PEDRO, PIEDADE e MATOS, 2019). A utilização de cenários em situações de educação e formação apela ao desenvolvimento da capacidade de imaginar de forma fundamentada e sustentada situações educativas com objetivos claros e específicos. Identifica-se por isso uma relação natural entre essa capacidade e competências relacionadas com o pensamento crítico e criativo, a resolução de problemas, a comunicação e a colaboração, e pensamento computacional competências estas que têm vindo a ser recorrentemente referidas em vários referenciais internacionais (PEDRO, PIEDADE e MATOS, 2019)

Desenhar cenários de aprendizagem é algo que o professor faz regularmente, de forma mais ou menos sistematizada, sempre que planifica as suas atividades de ensino e procura antecipar ou desenhar diferentes experiências e problemas que pretende fazer acontecer na sua sala de aula no trabalho com os seus alunos.

Procurando definir o conceito, Matos (2014) refere que é: “uma situação hipotética de ensino-aprendizagem composta por um conjunto de elementos que descrevem (i) o contexto em que a aprendizagem tem lugar, (ii) o ambiente em que a mesma se desenrola e que é condicionado por fatores relacionados com a área de conhecimento, (iii) e os papéis desempenhados pelos diferentes agentes ou atores (e pelos seus objetivos), organizados numa narrativa” (p.3). Os cenários de aprendizagem podem ser ferramentas úteis para desenhar atividades de aprendizagem que potenciem a aquisição de conhecimentos através da resolução de problemas reais, e permitam aos alunos e professores saírem das suas formas pré-estabelecidas de pensar e atuar (TETCHUNG, GALARTTI & LAUBE 2008; WOLLENBERG, EDMUNDS & BUCKE, 2000). Misfelf (2015) refere-se ao conceito como uma “*newly developed framework or approach to understanding educational situations building on scenarios, understood as real or artificial situations that are used to create context, experience of relevance and immersion, in educational situations*” (p.3).

O processo de desenho e implementação de um cenário de aprendizagem é condicionado por diversos fatores inerentes ao processo educativo, desde a área disciplinar e o domínio do conhecimento, passando pelos papéis dos diferentes intervenientes (e.g. alunos, professores, especialistas, convidados) até às metodologias, sequências das atividades e tarefas de aprendizagem.

Matos (2014) indique que um cenário de aprendizagem organiza-se em torno de um conjunto de elementos estruturantes: (a) o desenho organizacional do ambiente – organização dos elementos contextuais do cenário, análise dos requisitos, seleção dos artefactos e dos materiais; (b) os papéis e os atores – definição das posturas e responsabilidades, dos modos

de atuação, organização do coletivo e dos modos de interação e comunicação; (c) o enredo, as estratégias de trabalho, atuações e propostas de atividade – definição da arquitetura da atuação, da estrutura das propostas de atividade, da narrativa e do enredo; e (d) os mecanismos de reflexão, regulação e autorregulação - processos de reificação do aprendido, monitorização das aprendizagens e do processo de desenvolvimento próprio dos atores, avaliação crítica, avaliação dos produtos. O mesmo autor aponta que esta estratégia de planificação apresenta um conjunto de características que podem funcionar como catalisadoras do desenvolvimento e competências séc. XXI.

A prática de desenho de cenários de aprendizagem, enriquecidos com tecnologias digitais, que recorrem a metodologias ativas de ensino e aprendizagem para a sua implementação em contextos escolares reais, tem vindo a ser consolidada ao longo dos últimos anos na formação inicial de professores de Informática na Ulisboa (PIEADA, PEDRO e MATOS, 2018; PEDRO, PIEADA e MATOS, 2019). Ao longo da formação inicial formativo, os futuros professores tomam contato com várias metodologias ativas de aprendizagem, os seus princípios, características e potencialidades pedagógicas bem como com atividades pedagógicas concretas de aprendizagem que recorrem a tais metodologias. A formação inicial de professores deve ser espaço por excelência para permitir os futuros professores desenvolverem e testarem novos reportórios pedagógicos, novas metodologias de trabalho, novas ferramentas digitais e novas formas de planificar e desenhar atividades e tarefas de aprendizagem. Efetivamente, diferentes estudos têm salientado que professores em início de carreira, que tiveram contacto com práticas pedagógicas inovadoras e com uso de tecnologias digitais na sua formação inicial, demonstram uma autoeficácia positiva na utilização destas ferramentas nas suas futuras práticas profissionais (HAMMOND, FRAGKOULI, SUANDI, CROSSON, INGRAM, JOHNSTON-WILDER, JOHNSTON-WILDER, KINGSTON, POPE & WRAY, 2009; PARASKEVA, BOUTA & PAPAGIANNA, 2008; VONGKULLUKSN & BOWMAN, 2018).

Deste modo, o desenho de cenários de aprendizagem têm por base alguns dos elementos teóricos fundamentais sobre a aprendizagem, decorrentes nomeadamente dos trabalhos de Vygotsky (através da aprendizagem pela interação social), de Dewey (cujo foco se encontra na aprendizagem pela experiência), de Ausubel (aprendizagem significativa), de Piaget (Construtivismo), de Papert (construcionismo), Siemens (conectivismo) e Bruner (Aprendizagem pela descoberta). Considerando os princípios teóricos de algumas destas teorias, procura-se que os cenários de aprendizagem desenvolvidos pelos futuros professores sejam idealizados e desenhados recorrendo a metodologias ativas de ensino e de aprendizagem para a sua implementação futura com alunos, tais como: (i) Aprendizagem Baseada em Projetos; (ii) Aprendizagem Baseada em Problemas; (iii) Pair Programming; (iv) ou, (iv) Flipped Classroom.

METODOLOGIA

Objetivando dar resposta aos objetivos de investigação definidos, organizamos um estudo de cariz descritivo e exploratório que recorreu a instrumentos de natureza qualitativa e quantitativa para recolher dados junto dos participantes e para a análise das propostas pedagógicas desenhadas pelos futuros professores. Procuramos seguir as normas éticas propostas pela *American Educational Research Association* (AERA) e pela *British Educational Research Association* (BERA) bem como as recomendações da comissão de ética do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

PARTICIPANTES

A experiência relatada neste capítulo envolveu 15 futuros professores, alunos do mestrado em ensino de informática que cursaram a unidade curricular de didática da informática I no 1º semestre do ano letivo 2019-2020. O grupo de estudantes é maioritariamente do género masculino (9) e têm idades compreendidas entre os 28 e 53 anos. Todos os estudantes possuem uma licenciatura em informática e encontram-se a frequentar o mestrado para obtenção da habilitação profissional para a docência em informática. A maioria dos alunos possui já alguma experiência enquanto professores ou formadores em diversos contextos educativos, uma vez que, excecionalmente, o Ministério da Educação permite que, em caso de necessidades do sistema, docentes sem habilitação profissional possam lecionar nas escolas. Através de uma entrevista *focus-group* inicial foi possível perceber que apenas dois alunos apresentavam alguma experiência na programação de robôs educativos e no seu uso em atividades de aprendizagem com alunos, apesar da maioria reconhecer as suas potencialidades no ensino da programação.

EXPERIÊNCIA DIDÁTICA

O currículo da unidade curricular de didática da informática I encontra-se organizada em três grandes tópicos ou temas, no âmbito deste capítulo abordaremos apenas o trabalho desenvolvido no terceiro tema. Neste último tema os alunos são desafiados a explorar e programar diversos objetos tangíveis, como robots, *drones* e *mobile devices*, como estratégias pedagógicas para promover o desenvolvimento de competências de pensamento computacional

e a aprendizagem de conceitos iniciais de programação. Considerando os objetivos foram definidas duas tarefas de aprendizagem: (i) análise das características e potencialidades pedagógicas de diferentes tipos de robôs móveis, realizada em pares ou individualmente; e (ii) desenho, planificação e implementação de cenários de aprendizagem recorrendo aos robôs, analisados na primeira tarefa, para futura implementação junto de alunos do 5º ao 9º ano na disciplina de TIC. Nesta tarefa, cada grupo ou aluno individualmente selecionou um ano de escolaridade, analisou o currículo da disciplina de TIC, definiu um problema de natureza multidisciplinar (e.g. reciclagem, evacuação de emergência de edifícios, poluição, entre outros), e desenhar propostas de atividades adequadas aos diferentes anos, faixas etárias para ensinar conceitos de programação e pensamento computacional. As duas tarefas de aprendizagem foram desenvolvidas durante cinco semanas ao longo do semestre letivo. No final do semestre, cada grupo fez a apresentação, aos colegas e professores, das propostas de atividade, das soluções implementadas e dos cenários físicos com os robôs em ação. Este processo permitiu aos futuros professores vivenciarem os desafios e as dificuldades que os seus futuros alunos podem ter na resolução dos problemas e cenários desenhados. Foram apresentados 8 cenários de aprendizagem com diferentes robôs para resolver problemas de diferentes tipologias e graus de dificuldade e aprofundamento. A análise destes cenários será desenvolvida no tópico relativo aos resultados. Na tabela 2 apresenta-se de forma sumária os 8 cenários desenvolvidos, os robôs utilizados e os ambientes de programação visual que os futuros professores selecionaram para programar os robôs.

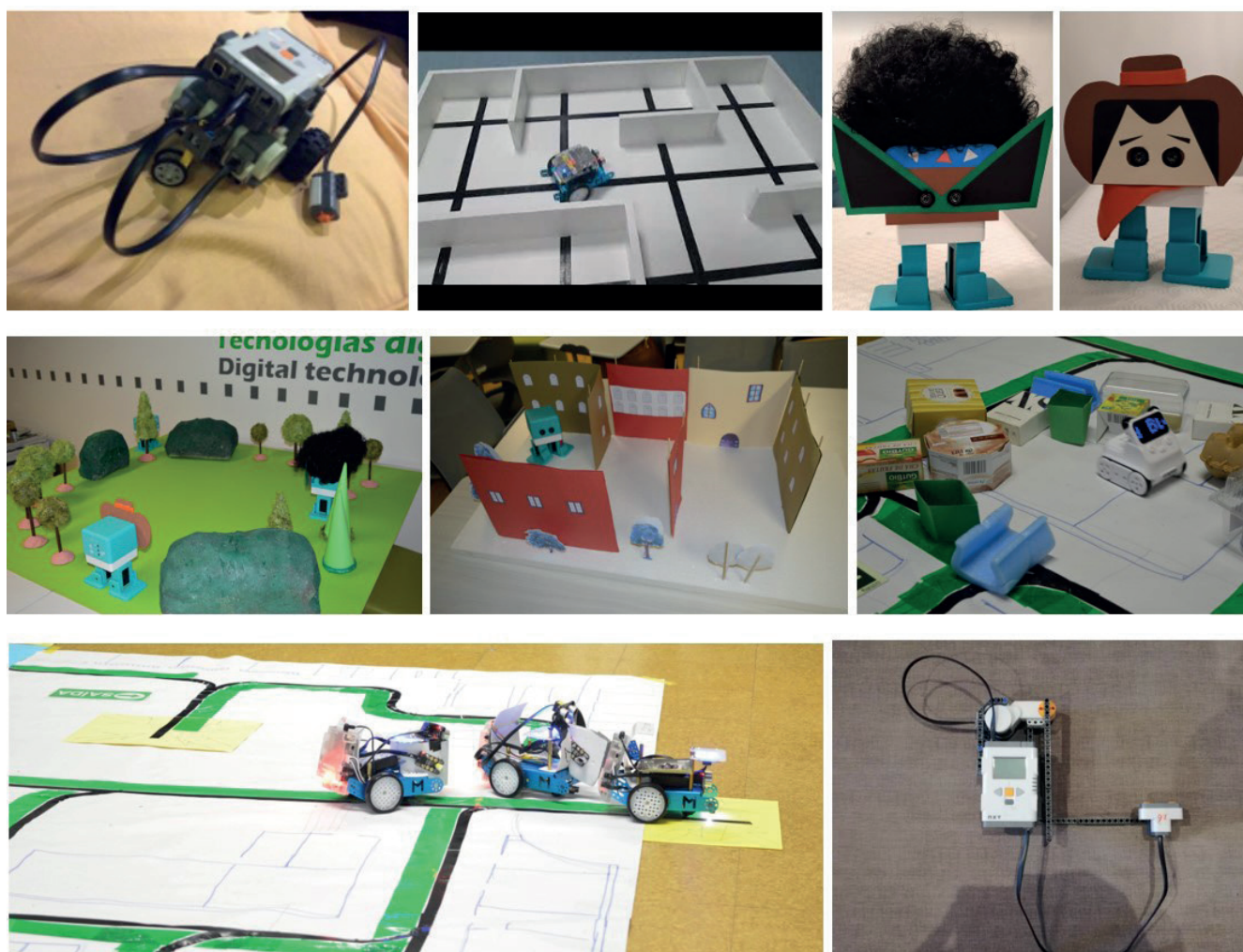
Tabela 2 - Cenários de Aprendizagem desenhados pelos futuros professores

Cenário de Aprendizagem	Problema	Robô	Ambiente de Programação
SOS TiNoNi (grupo de 2 elementos)	Simular a evacuação de emergência de uma escola.	m-Bot (3 robôs)	mBlock
Uma História Robótica (grupo de 2 elementos)	Implementar uma pequena história entre dois robôs.	mBot & Codey Rocky	mBlock
Labirinto (grupo de 2 elementos)	Navegar por um labirinto e encontrar a saída, partindo de pontos de início diferentes.	m-Bot	mBlock
EcoRobô (grupo de 2 elementos)	Using m-Bot robot to implement different math and science learning activities.	Codey Rocky	mBlock

Labirinto II (grupo de 2 elementos)	Navegar por um labirinto simples, tomando decisões (esquerda vs direita) considerando inputs de uma pessoa.	Zowi	Bitbloq
Fortnite & Rei Leão (grupo de 2 elementos)	Construir um Mini Musical inspirado no Jogo Fortnite e no filme Rei Leão.	Dash & Zowi	Bitbloc & Blockly
Lançador & Batedor (grupo de 2 elementos)	Construir um sistema automático lançador e batedor de baseball.	Lego Mindstorm NXT	Lego Mindstorms NXT 2.0
Movimentação e Rotação (individual)	Implementação de algoritmos simples (andar, virar, rodar, e interação com sensor de toque)	Lego Mindstorm NXT	Lego Mindstorms NXT 2.0

Na figura seguinte apresentam-se algumas imagens ilustrativas dos robôs em ação nos cenários desenvolvidos.

Figura 2 - Imagens ilustrativas dos robôs em ação nos cenários desenhados pelos futuros professores



INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS

O processo de recolha de dados foi organizado recorrendo a técnicas de cariz qualitativo e quantitativo através da utilização dos seguintes instrumentos de recolha de dados:

a) Entrevista *focus-group* realizada com todos os futuros professores no início do semestre com o objetivo de recolher as suas experiências e conhecimentos sobre robótica educativa e pensamento computacional;

b) Grelha de análise das propostas pedagógicas desenhadas pelos futuros professores, tendo por objetivo analisar a adequação curricular ao ano escolaridade selecionado, as metodologias e estratégias didáticas selecionadas e as possíveis articulações curriculares com outras áreas disciplinares;

c) Rúbrica para avaliação dos conceitos base de programação e das dimensões de pensamento computacional presentes em cada programa e proposta de solução para os problemas desenhados e implementados pelos futuros professores. Este instrumento organizou-se numa escala de 5 pontos (1 – Insatisfatório; 2 – Pouco Satisfatório; 3 – Satisfatório; 4 – Muito Satisfatório; 5 – Excelente);

d) a final focus group, after the final presentation and demonstration of the solutions, to collect the student's opinions about: (1) the development of CT skills, (2) programming foundations applied, (3) problem solving skills, (4) the teamwork (collaboration), (5) robotics as a pedagogical tool to teach.

e) Escala *self-report* sobre interesse e autoeficácia no uso de robótica educacional adaptada do instrumento original de Jaipal-Jamani e Angeli (2017). A adaptação a escala foi realizada após a autorização prévia dos autores. Este instrumento organiza-se numa escala de concordância de 5 pontos (1 – Discordo Totalmente; 2 – Discordo; 3 – Não concordo nem Discordo; 4 – Concordo; 5 – Concordo Totalmente).

RESULTADOS

Antes de iniciarmos a apresentação e análise dos principais resultados, importa referir, novamente o objetivo geral deste estudo. Assim, no estudo relatado neste capítulo, procuramos analisar as práticas dos futuros professores no desenho de atividades de aprendizagem com robótica educacional para ensinar conceitos iniciais de programação e como essas atividades podem promover o desenvolvimento de competências de pensamento computacional dos próprios e dos futuros alunos.

Procurando a obtenção de dados para responder ao primeiro objetivo de investigação, desenvolvemos uma entrevista *focus-group inicial*, com todos os futuros professores, através da qual se procurou conhecer as experiências prévias no uso de robótica educativa, bem como as percepções sobre as suas potencialidades pedagógicas para ensinar conceitos de ciências da computação. Foi possível identificar que apenas 2 (13,3%) dos 15 futuros professores indicaram ter alguma experiência e conhecimentos na programação e utilização de robôs. Todos os futuros professores possuem sólidos conhecimentos de programação e de algumas linguagens (e.g. textuais), dado que todos têm uma graduação prévia em informática ou em área similares. Vários referiram ter conhecimento sobre a existência de novos ambientes de programação visual ou por blocos (e.g. Scratch e Code.org), no entanto, apenas 3 (20%) apresentam alguma experiência na sua utilização. Relativamente às potencialidades da robótica educativa, todos referiram que pode ser uma mais valia pedagógica para aprendizagem, ser uma área emergente no currículo e que pode ajudar a desenvolver nos alunos competências computacionais tão relevantes na sociedade atual. Partilhamos algumas das referências dos futuros professores.” *A robótica é uma boa opção para ensinar programação, não só pelo seu fator motivador para os alunos, mas pelos desafios que lhes podem ser colocados”. A programação de robôs permite a visualização imediata das soluções programadas e acredito que esse aspeto tenha um impacto grande na aprendizagem dos conteúdos”. Um dos futuros professores que já apresentava alguma experiência na utilização de robôs referiu “a minha experiência com o uso de robôs tem sido muito interessante, utiliza a robótica para iniciar o ensino da programação e notei um maior envolvimento e motivação por parte dos alunos no desenvolvimento das tarefas de aprendizagem, quando comparado com a tradicional abordagem que usava com escrita e leitura de código”.*

Os resultados desta entrevista foram muito relevantes para conhecer as experiências prévias dos futuros professores, e, sobretudo para a decisão sobre a tipologia das atividades a desenvolver com os futuros professores e as respetivas metodologias.

Num segundo momento procuramos analisar as propostas pedagógicas desenhadas pelos futuros professores, a sua adequação ao nível de ensino e ao currículo da disciplina de TIC, as metodologias e estratégias que são referidas para a sua implementação em sala aula e as possíveis articulações curriculares com outras disciplinas. Através da análise, apresentada na tabela 3, verifica-se que os cenários de aprendizagem desenhados cobriram todos os anos de escolaridade, do 5.º ao 9.º ano, e maioria apresentaram tarefas de aprendizagem e desafios adequados ao currículo da disciplina de TIC em cada um dos anos letivos. Na maioria dos cenários de aprendizagem, os futuros professores consideraram a metodologia de aprendizagem baseada em problemas para a futura implementação das atividades com alunos. Foi igualmente evidente a preocupação, por parte dos futuros professores, em idealizar possíveis articulações curriculares

que permitam às crianças consolidar e aplicar conhecimentos de várias disciplinas na resolução dos diversos problemas. Salientam-se as articulações com conteúdos de matemática, ciências naturais, física e educação visual (artística) como as mais referidas nas propostas.

Tabela 3 - Análise dos cenários de aprendizagem desenhados pelos futuros professores

Cenário de Aprendizagem	Nível de Ensino	Metodologias e Estratégias de Aprendizagem	Adequação ao Nível Ensino	Articulações Curriculares
SOS TiNoNi	9.º ano	Aprendizagem baseada em problemas	Excelente	Matemática, Física, Educação Visual, Cidadania e Desenvolvimento
Uma História Robótica	5.º ano	Aprendizagem baseada em problemas	Boa	Ciências Naturais, Matemática, Educação Musical
Labirinto	6.º ano	Resolução de Problemas	Boa	Educação Visual
EcoRobô	9.º ano	Aprendizagem Baseada em Projetos	Boa	Matemática, Física, Educação Visual, Ciências Naturais
Labirinto II	7º ano	Aprendizagem baseada em desafios	Satisfatória	Matemática e Educação Visual
Fortnite & Rei Leão	5º ano	Construcionismo e aprendizagem baseada em desafios	Muito boa	Educação Visual e Ciências da Natureza
Lançador & Batedor	8º ano	Aprendizagem baseada em projetos	Satisfatória	Matemática
Movimentação e Rotação	6º ano	Aprendizagem baseada em problemas	Satisfatória	Não referidas

Outra dimensão que interessou avaliar foi a aplicação de conceitos iniciais de programação e pensamento computacional em cada uma das propostas de solução simuladas pelos futuros professores. Um dos requisitos da proposta pedagógica foi que, cada grupo deveria desenvolver e simular as atividades planeadas ou os problemas propostos em cada cenário, procurando, deste modo, que os futuros professores vivessem e antecipassem os desafios e dificuldades que as crianças poderão experienciar. Nas tabelas seguintes apresenta-se a avaliação dos programas apresentados para cada problema ou problemas identificando os conceitos aplicados e que se procura que as crianças venham a aprender. Salientamos as propostas desenvolvidas no cenário “SOS TiNoNi” que permitiram aplicar, com elevadíssima qualidade, todos os conceitos de programação e pensamento computacional. De facto, este cenário apresentava um grau de complexidade mais elevado quando comparado com os restantes, no entanto, no geral, devemos notar que todos os cenários desenvolvidos cumpriram os objetivos definidos na proposta pedagógica.

Tabela 4 - Análise das dimensões de pensamento computacional presentes em cada cenário de aprendizagem (1=" Insatisfatório"; 2=" Pouco Satisfatório"; 3=" Satisfatório"; 4=" Muito Satisfatório"; 5= " Excelente)

Computational Thinking Skills	SOS TiNoNi	EcoRobô	Fortnite & Rei Leão	Uma História Robótica	Labirinto	Movimentação & Rotação	Labirinto II	Lançador & Batedor
Abstração	5.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Decomposição	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Generalização	5.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Reconhecimento de padrões	4.00	3.00	4.00	3.00	4.00	2.00	2.00	2.00
Algoritmos	5.00	4.00	4.00	4.00	5.00	3.00	3.00	3.00
Controlo de Fluxo	5.00	4.00	3.00	4.00	4.00	3.00	2.00	2.00
Representação de Dados	4.00	4.00	3.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00
Paralelismo	5.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Sincronização	5.00	3.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Teste e correção de erros	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Média	4.80	3.70	3.70	3.60	3.50	2.60	2.50	2.50

Tabela 5 - Análise da aplicação de conceitos iniciais de programação em cada cenário de aprendizagem (1=" Insatisfatório"; 2=" Pouco Satisfatório"; 3=" Satisfatório"; 4=" Muito Satisfatório"; 5=" Excelente)

Computational Thinking Skills	SOS TiNoNi	Fortnite & Rei Leão	Uma História Robótica	EcoRobô	Labirinto	Lançador & Batedor	Movimentação & Rotação	Labirinto II
Algoritmos	5.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Sequências	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Input/ Output	5.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Operadores Aritméticos, Relacionais e Lógicos	5.00	4.00	4.00	3.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Variáveis e Constantes	5.00	4.00	2.00	4.00	2.00	3.00	3.00	2.00
Estruturas Condicionais	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	2.00	3.00	2.00
Ciclos	5.00	3.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Procedimentos	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	2.00	1.00	1.00
Paralelismo	5.00	4.00	4.00	3.00	1.00	2.00	1.00	2.00
Sincronização	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Teste e Correção de Erros	5.00	4.00	4.00	4.00	4.00	3.00	3.00	3.00
Média	5.0	3.81	3.64	3.64	3.00	2.72	2.64	2.55

O último objetivo de investigação procurou analisar interesse e sentido de autoeficácia dos futuros professores no uso de robótica educacional em futuras atividades pedagógicas com alunos, após terem sido expostos a esta experiência pedagógica. Para tal, recorremos a uma escala de concordância desenvolvida por Jaipal-Jamani e Angeli (2017, que autorizaram,

previamente, a utilização e adaptação da mesma para este estudo. A escala está organizada em 4 dimensões, a saber: (i) interesse na utilização de robótica e tecnologias, constituída por 8 itens; (ii) resolução de problemas, constituída por 12 itens; (iii) grau de conhecimento sobre robótica educativa, constituída por 6 itens; e (iv) autoeficácia na utilização e programação de robôs em contexto educativo, constituída por 7 itens.

Os resultados na dimensão interesse, representada na tabela 6, revelou um interesse bastante elevado ($M=4.41$) dos futuros professores quer na utilização de robótica educativa, quer em melhorar os seus conhecimentos nesta área. Destaca-se o item “*Gosto de aprender sobre novas tecnologias e robótica*” com o valor médio mais elevado ($M=.73$) e o item “*Considero interessante aprender sobre robôs*” com o valor mais baixo da escala, ainda que superior a 4 ($M=4.07$).

Tabela 6 - Valores médios e desvio-padrão da dimensão interesse

Interesse	Média	Desvio Padrão
<i>Gosto de aprender sobre novas tecnologias e robótica</i>	4.73	.46
<i>Gosto de usar métodos científicos para resolver problemas</i>	4.53	.64
<i>Gosto de usar fórmulas e cálculos matemáticos para resolver problemas</i>	4.20	.86
<i>Considero as carreiras profissionais na área das STEM interessantes</i>	4.67	.49
<i>Gostaria de saber mais sobre carreiras profissionais na área das STEM</i>	4.47	.64
<i>Considero interessante aprender sobre robôs</i>	4.07	.70
<i>Gostaria de usar robótica para na aprendizagem de matemática, ciências e programação</i>	4.20	.94
<i>Gostaria de usar robôs na minha sala de aula</i>	4.40	.63
Média	4.41	.67

Na dimensão sobre a resolução de problemas, apresentados na tabela 7, os resultados encontrados foram, igualmente, elevados ($M=4.33$), ficando evidente que os futuros professores revelam competências de resolução de problemas e de trabalho colaborativo. O item “*Gosto de trabalhar em equipa no âmbito de projetos tecnológicos*” apresentou o valor médio mais elevado ($M=4.73$), e o item “*Procuro ouvir a opinião dos colegas para decidir a abordagem adequada para solucionar um problema*” o valor médio mais baixo ($M=4.00$).

Tabela 7 - Valores médios e desvio-padrão da dimensão resolução de problemas

Resolução de Problemas	Média	Desvio Padrão
<i>Uso processos de resolução de problemas passo-a-passo</i>	4.07	1.03
<i>Elaboro um plano antes de começar a resolver um problema</i>	4.40	.63
<i>Tento nos métodos na resolução de problemas quando um não funciona</i>	4.60	.51
<i>Analiso cuidadosamente um problema antes desenvolver uma solução</i>	4.00	1.07
<i>Para resolver um problema complexo, decomponho o problema em partes mais pequenas</i>	4.13	.83
<i>Procuo ouvir a opinião dos colegas para decidir a abordagem adequada para solucionar um problema</i>	4.00	.65
<i>Gosto de trabalhar em equipa na resolução de problemas</i>	4.07	.88
<i>Quando trabalho em equipa procura a ajuda dos meus colegas quando tenho dificuldades em compreender o problema</i>	4.33	.61
<i>Sinto-me confiante na utilização de robôs para resolver problemas</i>	4.60	.51
<i>Acredito que consigo trabalhar com robôs em atividades de ciência e tecnologia</i>	4.53	.52
<i>Acredito que consigo resolver problemas relacionados com software</i>	4.53	.52
<i>Gosto de trabalhar em equipa no âmbito de projetos tecnológicos</i>	4.73	.60
Média	4.33	.67

A dimensão sobre os conhecimentos sobre o uso de robótica educativa em atividades de aprendizagem, representada na tabela 8, apresentou resultados ligeiramente inferiores às restantes dimensões, ainda que favoráveis ($M=3.78$). Os resultados evidenciam que os futuros professores consideram que podem melhorar os seus conhecimentos sobre a robótica educativa, nomeadamente sobre os aspetos ligados à construção e programação de robôs, bem como sobre a sua utilização educativa.

Tabela 8 - Valores médios e desvio-padrão da dimensão conhecimentos de robótica

Conhecimentos de Robótica	Média	Desvio Padrão
<i>Tenho conhecimento suficiente sobre o uso de robôs em atividades de ensino e aprendizagem</i>	3.73	.70
<i>Tenho conhecimento suficiente de programação e como se aplica à robótica</i>	3.67	.96
<i>Tenho conhecimento suficiente do processo de engenharia e design de robôs educativos</i>	3.67	1.05
<i>Tenho conhecimento suficiente para selecionar o robô mais adequado para ensinar e aprender de acordo com as idades dos alunos</i>	3.7	.83
<i>Tenho conhecimento suficiente para analisar as potencialidades pedagógicas de diferentes tipos de robôs</i>	3.93	.70
<i>Tenho conhecimento suficiente sobre ambientes de programação por blocos que podem ser usadas para ensinar conceitos de programação</i>	4.00	.53
Média	3,78	.80

Relativamente à dimensão relativa ao autoeficácia no uso de robótica em sala de aula em atividades com alunos, representados na figura 9, os resultados revelam um elevado sentido de autoeficácia (M=4.12). Dado que, na entrevista *focus group* inicial foi possível identificar que apenas 2 futuros professores apresentavam alguma experiência na programação e utilização de robôs, podemos antecipar que a experiência didática de desenho de cenários de aprendizagem em que foram envolvidos teve um grande impacto no seu sentido de autoeficácia. Destacam-se o item “*Estou confiante de que a robótica educativa é uma boa estratégia para ensinar conceitos de ciências da computação*” com um valor médio mais elevado (M=4.40) e o item “*Estou confiante de que posso avaliar os resultados dos alunos em atividades de aprendizagem com robôs*” com o valor mais reduzido (M=3.93), representando uma dimensão que importa melhorar. Este resultado, ainda que favorável, justifica-se pela falta de práticas, dos futuros professores, na avaliação de atividades de aprendizagem com recurso a robótica e, também, pelo facto de esta atividade pedagógica ter sido desenvolvida em ambiente simulado.

Tabela 9 - Valores médios e desvio-padrão da dimensão autoeficácia no uso de robótica educacional

Autoeficácia	Média	Desvio Padrão
<i>Estou confiante de que tenho as competências necessárias para a utilização da robótica em atividades de instrução em sala de aula</i>	4.07	.46
<i>Estou confiante de que posso envolver os meus alunos na participação em projetos baseados em robótica</i>	4.20	.56
<i>Estou confiante de que posso ajudar os alunos quando têm dificuldades com a robótica</i>	4.00	.85
<i>Estou confiante de que consigo planear e desenhar cenários de aprendizagem com robótica</i>	4.23	.59
<i>Estou confiante em ensinar ciências da computação com diferentes tipos de robôs</i>	4.00	.53
<i>Estou confiante de que posso avaliar os resultados dos alunos em atividades de aprendizagem com robôs</i>	3.93	.80
<i>Estou confiante de que a robótica educativa é uma boa estratégia para ensinar conceitos de ciências da computação</i>	4.40	.51
Média	4.12	.61

CONCLUSÕES

Neste capítulo, relatamos uma experiência didática e pedagógica desenvolvida com futuros professores de informática, que procurou o desenho de cenários de aprendizagem com recurso à robótica educacional para trabalhar competências de pensamento computacional e desenvolver a aprendizagem de conceitos base da programação. Com esta experiência, os

futuros professores tomaram contacto com novas formas, ferramentas e métodos de ensino da programação a crianças do 5º ao 9º ano de escolaridade. No desenho e implementação dos diversos cenários, os futuros professores recorrerem à utilização de robôs de diversas tipologias e a diversos ambientes de programação visual ou por blocos para a programação das soluções para cada problema. Através das atividades de aprendizagem desenvolvidas os futuros professores tiveram a oportunidade de pôr em prática as suas competências de pensamento computacional e viver os desafios e problemas que os seus futuros alunos poderão vivenciar no desenvolvimento das diversas tarefas. Como referimos, anteriormente, a formação é inicial é o espaço por excelência para os novos professores testarem novas formas de trabalho pedagógico, sem as condicionantes e a pressão que podem ocorrer na sua prática profissional em sala de aula.

Quando os futuros professores são envolvidos no planeamento, desenho e implementação de cenários de aprendizagem com robôs, e imaginam as soluções para os problemas criados, repensam todas as abordagens pedagógicas possíveis que aprenderam, em várias disciplinas do seu percurso formativo, e transferem o conhecimento que aprenderam para novas situações e problemas. De igual modo, os resultados evidenciam um impacto positivo no interesse, nos conhecimentos e no sentido de autoeficácia dos futuros professores no desenho e implementação de atividades com recursos à robótica educacional.

A estratégia de desenhar e implementar cenários e aprendizagem suportados pela robótica educacional encontra fundamento teórico nos princípios das aprendizagens construcionista de Seymour Papert (1980), presentes em duas das suas obras, *“Mindstorms – Children, Computers and Powerfull Ideas”* e *“The Children’s Machine – Rethinking School in The Age of The Computer”*.

Por último, deveremos referir que os resultados desta experiência pedagógica encontram concordância com os resultados de alguns estudos que apontam para a utilização da robótica educativa como uma estratégia pedagógica potenciadora da aprendizagem de conceitos iniciais de programação e do desenvolvimento de competências de pensamento computacional (CHALMERS, 2018).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia, IP., no âmbito da Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Formação UIDB/04107/2020.

REFERÊNCIAS

BERS, M. U. et al. Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. **Computers & Education**, v. 72, n. 1, p. 145-157, mar./2014.

BERS, Marina U; SEDDIGHIN, S; SULLIVAN, Amanda. Ready for robotics: Bringing together the T and E of STEM in early childhood teacher education. **Journal of Technology and Teacher Education**, v. 21, n. 1, p. 355-377, jan./2013.

BRENNAN, Karen; RESNICK, Mitchel. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *In: Annual meeting of the American Educational Research Association*, 2012, Vancouver. **Anais [...]**. Vancouver. 2012.

BURKE, Quinn; O'BYRNE, W Ian; KAFAI, Yasmin B. Computational Participation: Understanding Coding as an Extension of Literacy Instruction. **Journal of Adolescent & Adult Literacy**, v. 59, n. 1, p. 371-375, mar./2016.

CHALMERS Christina., NASON Rod.: Systems thinking approach to robotics curriculum in schools. *In* KHINE Myint Swe (Org.). **Robotics in STEM Education: Redesigning the learning experience**, Springer: Netherlands, 2017.

CHAMERS, Christina. Robotics and computational thinking in primary school. **International Journal of Child-Computer Interaction**, v. 17, n. 1, p. 93-100, jul./2018.

CHENG, Gary. Exploring factors influencing the acceptance of visual programming environment among boys and girls in primary schools. **Computers in Human Behavior**, v. 92, n. 1, p. 361-372, mar./2019.

FRANKLIN, D. *et al.* Using upper-elementary student performance to understand conceptual sequencing in a blocks-based curriculum. *In* ACM SIGCSE Technical Symposium Computer Science Education, 03, 2011. **Anais[...]**. ACM: New York, NY, USA, 231–236, 2017.

HAMMOND, M. *et al.* What happens as student teachers who made very good use of ICT during pre-service training enter their first year of teaching?. **Teacher Development**, v. 13, n. 2, p. 93-106, jul./2009.

JENKINS, Tony. On the difficulty of learning to program. *In* 3rd Annual Conference of LTSN-ICS, 23, 2002. **Anais [...]**. Loughborough: UK, 2002. Disponível em: <http://www.psy.gla.ac.uk/~steve/localed/jenkins.html>

JUŠKEVICIENE, Anita; DAGIENE, Valentina. Computational Thinking Relationship with Digital Competence. **Informatics in Education**, v. 17, n. 2, p. 265-284, set./2018.

KAZAKOFF, Elizabeth R.; BERS, Marina Umaschi. Put your robot in, put your robot out: Sequencing through programming robots in early childhood. **Journal of Educational Computing Research**, v. 50, n. 4, p. 553-573, set./2014.

KAZAKOFF, Elizabeth R.; SULLIVAN, Amanda; BERS, Marina U. The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. **Early Childhood Education Journal**, ess, v. 41, n. 1, p. 245-255, jan./2013.

MARTINS, Scheila Wesley; MENDES, Antonio Jose; FIGUEIREDO, A. D. D. Diversifying Activities to Improve Student Performance in Programming Courses. **Commun. Cogn**, v. 46, n. 1, p. 39-58, jun./2013.

MATOS, João Filipe. **Princípios orientadores para o desenho de cenários de aprendizagem**. 1. ed. Lisboa: Instituto de Educação, 2014. p. 1-19.

MISFELDT, Morten. Scenario based education as a framework for understanding students engagement and learning in a project management simulation game. **The Electronic Journal of e-Learning**, v. 13, n. 3, p. 181-191, jan. /2015.

NAVARRETE, Cesar C. Creative thinking in digital game design and development: A case study. **Computers & Education**, v. 69, n. 1, p. 320-331, set./2013.

PAPERT, Seymour. **Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas**. 1. ed. Reino Unido: Basic Books Inc., 1980. p. 3-230.

PARESKEVA, F; BOUTA, H; PAPAGIANNI, Aki. Individual characteristics and computer self-efficacy in secondary education teachers to integrate technology in educational practice. **Computers & Education**, v. 50, n. 3, p. 1084-1091, set./2007.

PEDRO, Ana; PIEDADE, João; MATOS, João Filipe. Cenários de Aprendizagem na Formação Inicial de Professores de Informática. **Revista Lusófona de Educação**, v. 45, n. 1, p. 219-234, dez./2019.

PIEADADE, J. *et al.* A Cross-analysis of Block-based and Visual Programming Apps with Computer Science Student-Teachers. **Educ. Sci**, v. 9, n. 181, p. 1-19, jul./2019.

PIEADADE, João; PEDRO, Ana; MATOS, João Filipe. Cenários De Aprendizagem Como Estratégia De Planificação De Aulas na Formação Inicial De Professores: O Exemplo Da Área De Informática. *In: MOSER, Alvino; ALENCASTRO, Mário; SANTOS, Rodrigo (Org.). Práticas na Docência da Pós-Graduação: tecnologias e significâncias*. São Luiz: Universidade Federal do Maranhão, 2018.

REPENNING, Alexander; WEBB, David C.; KOH, Kyu Han. Scalable game design: A strategy to bring systemic computer science education to schools through game design and simulation creation. **ACM Transactions on Computing Education**, v. 5, n. 2, p. 1-31, abr./2015.

SULLIVAN, Amanda; BERS, Marina Umaschi. Robotics in the early childhood classroom: learning outcomes from an 8-week robotics curriculum in pre-kindergarten through second grade. **International Journal of Technology and Design Education volume**, v. 26, n. 1, p. 3-20, mar./2016.

TETCHUENG, Jean -louis; GARLATTI, Serge; LAUBÉ, Sylvain. A context-aware learning system based on generic scenarios and the theory in didactic anthropology of knowledge. **International Journal of Computer & Applications**, v. 5, n. 1, p. 71-87, fev./2008.

VONGKULLUKSN, Vanessa W.; XIE, Kui; BOWMAN, Margaret A. The role of value on teachers' internalization of external barriers and externalization of personal beliefs for classroom technology integration. **Computers & Education**, v. 118, n. 1, p. 70-81, nov./2017

WEBB, Heidi C.; ROSSON, Mary Beth. Exploring careers while learning Alice 3D: A summer camp for middle school girls. *In* 42nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 03, 2011. **Anais [...]**. ACM: New York, NY, USA, 377–382, 2011.

WILSON, Amanda; MOFFAT, David C. Evaluating Scratch to introduce younger schoolchildren to programming. **PPIG**, ess, v. 1, n. 1, p. 1-12, mar./2020.

WING, Jannette. Computational thinking. **Communications of the ACM**, v. 49, n. 3, p. 33-35, mar./2006.

WOLLENBERG, Eva; EDMUNDS, David; BUCK, Louise. Using scenarios to make decisions about the future: anticipatory learning for the adaptive co-management of community forests. **Landscape and Urban Planning**, v. 47, n. 1, p. 65-77, fev./2000.

A ROBÓTICA NA MODALIDADE SEMIPRESENCIAL NO ENSINO FUNDAMENTAL I: UMA EXPERIÊNCIA EM CURSO

Scheila Leal Dantas⁵⁰, Luciano Frontino de Medeiros⁵¹

INTRODUÇÃO

A evolução da tecnologia se deu exponencialmente ao longo das duas últimas décadas. Entretanto e de forma geral, na Educação, tais mudanças ainda nos dias de hoje se caracterizam pela lentidão, talvez por resistência ou por ausência de investimentos e de políticas públicas educacionais. Pode-se observar que, em pleno século XXI, no que concerne ao campo educacional, vivencia-se em muitos aspectos a mesma realidade de cem anos atrás.

Dessa forma, a inserção no contexto educacional de ferramentas tecnológicas torna-se recurso atraente para os estudantes do século XXI, pois viabilizam uma pedagogia diferenciada, alinhada com os alunos dessa geração que são expostos, constantemente, a uma série de aparatos tecnológicos. Por isso, o uso de tecnologias tende a ser altamente potencializador no processo de aprendizagem. Com base nisso, tecnologias como a robótica educacional se convertem em ferramentas diferenciadas, causando fascínio na grande maioria das crianças e adolescentes. Tornam-se, portanto, um valioso recurso pedagógico que contribui para a instrumentalização do processo de ensino-aprendizagem.

⁵⁰Mestre em Educação e Novas Tecnologias pelo PPGENT - Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias da UNINTER. Possui especializações em Tecnologias Aplicadas à Educação, pela Faculdade Facear e Metodologia do Ensino Superior, pelo Centro Universitário Uninter. Graduada no curso de Pedagogia pela Universidade Federal do Paraná. Atualmente é professora efetiva dos municípios de São José dos Pinhais e de Curitiba. Atuou ainda, como docente de EAD pela IFPR. Foi coordenadora de tecnologias da Secretaria Municipal de Educação de São José dos Pinhais e formadora de professores na área de robótica pela mesma prefeitura. Atuou como professora (EaD) na pós graduação do curso de Robótica Educacional, pelo Centro Universitário Uninter. Tem experiência na área de robótica educacional sustentável.

⁵¹Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (2010), mestre em Informática pela Universidade Federal do Paraná (2001). Atualmente é professor permanente do PPGENT - Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias (Doutorado e Mestrado) do Centro Universitário Internacional UNINTER e líder do Grupo de Pesquisa de Simuladores Computacionais e Robótica Educacional. Foi professor visitante da Universidade Politécnica de Madrid. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Inteligência Computacional, Sistemas Inteligentes, Gestão do Conhecimento e Planejamento Estratégico, atuando principalmente nos seguintes temas: Redes Neurais Artificiais, Ontologias e Web Semântica, Sistemas Tutoriais Inteligentes e Tecnologia Educacional. Finalista do Prêmio Jabuti de 2019 na categoria 'Ciências' e 2o.lugar no 5o.Prêmio ABEU na categoria 'Ciências Naturais e Matemáticas' com o livro 'Inteligência Artificial Aplicada'. É pesquisador da FAMPECT - Fundação Wilson Picler de Amparo à Educação, Ciência e Tecnologia.

A história da robótica educacional não é tão recente quanto pensamos, visto que já era discutida há mais de 40 anos por Seymour Papert - pioneiro da robótica educacional. Ele, juntamente com Cynthia Solomon, publicaram um artigo sobre a linguagem de programação Logo: *“Twenty Things to do with a Computer”* (Vinte coisas para se fazer com um computador). No artigo, relataram como as crianças poderiam controlar robôs por meio da programação de computadores. Papert foi um visionário, previu que os computadores poderiam, num futuro próximo, tornarem-se acessíveis a todos os públicos. Acreditava que as crianças poderiam utilizar os computadores como ferramenta para sua aprendizagem, ajudando-as a pensarem por si mesmas.

A robótica educacional demonstra sua importância ao instigar o intelecto e a criatividade do estudante, podendo contribuir para o desenvolvimento de habilidades como a organização, raciocínio lógico, cooperativismo, senso de liderança, resolução de problemas, criticidade, habilidades motoras e sensoriais, entre outros. Rizzo afirma que: “a atividade lúdica pode ser, portanto, um eficiente recurso aliado do educador, interessado no desenvolvimento da inteligência de seus alunos, quando mobiliza sua ação intelectual”. (RIZZO, 2001, p.40).

Em síntese, pode-se afirmar que a robótica educacional ou pedagógica, caracteriza-se por ambientes de aprendizagem que reúnem vários materiais de sucata ou kits de montagem formados por diversas peças, motores e sensores controlados ou não por computador e softwares que permitem programar o funcionamento dos projetos realizados. Esses elementos alavancam novos problemas e exigem resoluções práticas que geram interesse e conhecimento, explorando as diversas competências no aluno. Menezes e Santos, afirmam que:

Robótica Educacional ou Pedagógica é um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento de modelos. (MENEZES; SANTOS, 2015).

Essa maneira inovadora de aprendizagem poderá atingir o estudante do século XXI de uma forma diferenciada e eficaz, ajudando-o a adquirir conhecimento em diversas áreas de forma lúdica, aprendendo a resolver os problemas propostos, sob orientação de alguém mais experiente.

A robótica educacional como recurso de aprendizagem oportuniza o desenvolvimento de uma série de mecanismos cognitivos que viabilizam competências importantes, tais como o pensamento computacional, aprendizagem colaborativa e o pensamento crítico. Nas atividades referentes tanto à construção quanto à programação dos protótipos robóticos, são encontradas essas e outras habilidades nos estudantes, encontrando um lugar importante como grande aliada na em tal empreendimento.

Para Nascimento (2016), a robótica leva o estudante a questionar e buscar soluções, saindo da teoria para à prática, utilizando as novas aprendizagens em seu cotidiano, tornando-se capaz de interagir e resolver problemas de maneira mais eficaz. Sendo assim, pode-se considerar que a robótica educacional é viável como ferramenta pedagógica para um amplo espectro de idades, tendo em vista que se aprende brincando pela resolução de problemas concretos, enfatizando-se que os primeiros objetos da robótica tratam de montagens simples e de fácil compreensão e à medida que são superadas, avançam para os de maior complexidade, pela inserção de novos elementos como sensores, engrenagens, motores e, especialmente, novos conceitos.

A eclosão da pandemia mundial causada pelo coronavírus causou forte impacto, imediato e visível em todos os aspectos da vida em sociedade, inclusive no campo educacional com a inexorável mudança comportamental a qual todos os atores do processo educacional todos foram submetidos, resultando no isolamento social e a quarentena. Em um novo cenário alternativo às relações presenciais em sala de aula, o presente trabalho propõe, num primeiro momento, um curso de robótica educacional na modalidade EAD direcionado a alunos do Ensino Fundamental I. As ferramentas utilizadas irão explorar aspectos não presenciais: vídeos, textos ilustrativos e kits de Arduino.

O curso de robótica educacional sustentável, neste primeiro momento, será oferecido através da plataforma do Google Sala de Aula⁵².

Assim, o objetivo desse curso é permitir aos alunos compreensão sobre o que é robótica educacional sustentável e como é possível transformar objetos de baixo custo ou que iriam para o lixo em objetos que podem ser utilizados de várias formas. Também tenham a oportunidade de perceber que é possível integrar a tecnologia com ações sustentáveis e promover a reciclagem de materiais e adquirir noções de arte na construção de autômatos e técnicas de bricolagem.

REFERENCIAL TEÓRICO

O alvorecer da tecnologia confunde-se com o aparecimento dos primeiros seres humanos habitantes do planeta, há milhares de séculos. Nas últimas décadas do século XX, foi responsável pela remodelagem de diversas áreas do conhecimento humano. Atualmente, conta-se com várias tecnologias disruptivas tais como a Inteligência Artificial, a Robótica, a Realidade Aumentada, entre diversas outras.

⁵²Disponível em: <https://classroom.google.com/u/0/c/MTU4NTg0NTMxNjJa>.

A robótica, por exemplo, experimenta um desenvolvimento ímpar no século XXI, sendo encontradas aplicações em diversos ramos, como a indústria, energia nuclear, automobilística, tecnologia espacial, medicina, comércio, e também na educação.

Na área educacional, o investimento em robótica ainda está na fase inicial de desenvolvimento, mesmo que sua importância seja comprovada para auxiliar no ensino e aprendizagem. Para Zilli (2004, p.77): a robótica educacional pode ser um recurso tecnológico importante no ensino aprendizagem e no desenvolvimento do aluno, porque "... propicia uma atividade dinâmica, permitindo a construção cultural e, enquanto cidadão tornando-o autônomo, independente e responsável".

Na educação, sempre foi mais presente a utilização de aparatos tecnológicos em geral, como televisores, aparelhos de som e de CD/DVD e atualmente os projetores de vídeos, celulares, tablets e computadores. Tecnologias mais avançadas como a robótica e a inteligência artificial e, principalmente, os ambientes virtuais de aprendizagem, mesmo no século XXI, raramente são utilizados, no âmbito do Ensino Fundamental I. Na educação, a Robótica passou a ser conhecida através de Seymour Papert com a *Logo* e as primeiras formas da linguagem de programação. Segundo Pocrifka e Santos, a teoria tecnológica proposta por Papert, conhecida como Construcionismo, visa um alto grau de autonomia e um comprometimento maior do aluno com seu próprio aprendizado.

Baseada nos estudos de Seymour Papert, esta teoria tem por objetivo promover a construção do conhecimento por meio do uso das tecnologias. Segundo esta premissa é a criança que diz ao computador o que deve ser feito, por meio da Linguagem de Programação. (POCRIFKA E SANTOS, 2009, P. 2470).

Papert foi um dos primeiros a defender a utilização da tecnologia na educação, afirmando que, mesmo que a tecnologia não seja a panaceia para os problemas educacionais, sua falta geraria uma educação com menos qualidade: "Tecnologia não é a solução, é somente um instrumento. Logo, a tecnologia por si não implica em uma boa educação, mas a falta de tecnologia automaticamente implica em uma má educação". (PAPERT, 2001, p.2).

Na área pedagógica, esta ferramenta possibilita que professores e alunos possam vivenciar situações que enfrentariam na vida real, solucionando problemas e buscando alternativas para resolver novas questões que surgem o tempo todo. Dentre as tantas vantagens da robótica, Netto cita que a robótica no âmbito escolar poderá: "Desenvolver o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos, favorecer a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de áreas como: matemática, física, eletricidade". (NETTO 1987).

Nesse contexto tecnológico a robótica educacional é uma ferramenta importante para a educação, no entanto, na maioria das escolas públicas, a robótica com kits pré-montados torna-se impraticável por seu alto custo, neste sentido, uma opção economicamente viável é a robótica sustentável ou de baixo custo (MEDEIROS, WÜNSCH E BOTTENTUIT, . Essa modalidade de robótica pode ser uma alternativa interessante na área educacional, podendo ainda ser uma ferramenta útil para a conscientização sobre a preservação do meio ambiente, pois pode ser desenvolvida a partir de diversos materiais que seriam descartados, podendo ser reciclados ou reutilizados durante o processo de construção: tendo como base papelão, plástico, luzes de pisca-pisca, motores retirados de aparelhos, entre outros, desenvolvendo assim, o pensamento concreto e contribuindo com as questões ambientais. Para Medeiros e Wunsch:

Sob a lente do Construcionismo, a robótica com materiais recicláveis ou reutilizáveis pode aprofundar as possibilidades no lidar com o pensamento concreto, além do oferecidos pelas plataformas robóticas com robôs pré-fabricados e bem orientados ao uso. Isso é possível devido a um nível de bricolagem mais profundo, que permite maior expressão da criatividade e descoberta de conhecimento por professores e alunos. (MEDEIROS; WÜNSCH, 2019, p.07).

Buscando seguir estes princípios, a proposta aqui apresentada de um curso de robótica educacional sustentável na modalidade semipresencial desenvolveu-se nos anos de 2018 e 2019, pensando-se em uma educação em tecnologia, na área de robótica, cuja aplicação se daria de forma diferenciada no Ensino Fundamental I (DANTAS, 2019). Esta diferenciação reside basicamente no formato semipresencial, no qual o estudante pôde construir seu conhecimento em oficinas presenciais práticas, dando continuidade a essa aprendizagem, de forma on-line, em casa com seus familiares.

A educação a distância (EaD) tem utilizado a tecnologia como ferramenta principal, buscando a comunicação e a interação entre alunos, familiares e professores. Na EaD, é importante a parceria e comprometimento entre professor e estudante, pois essa modalidade requer maior empenho de todas as partes envolvidas. Azevedo os denomina como sendo: "...companheiros de comunidade de aprendizagem". (AZEVEDO, 2002, p.3).

Para estudar a distância o estudante deve ter uma maior organização, bom conhecimento das ferramentas tecnológicas, devendo ainda ter foco e disciplina. Conforme Telles e Polack (1999, p.56): "...estudar a distância exige mais do aluno em termo de disciplina, base de conhecimentos anteriormente adquiridos, iniciativa, criatividade, capacidade de comunicação por meio de mídias diferenciadas, assim por diante." Assim como Schlünzen assevera que ao aluno: "cabe o papel de participante nos ambientes de aprendizagem, de pesquisador autônomo e, ao mesmo tempo, dentro de um contexto de coletividade, explorador de todas as potencialidades de comunicação e interação das tecnologias" (SCHLÜNZEN JUNIOR, 2009, p. 20).

No que tange a aceitação e facilidade da EaD, o Censo escolar (2018, p.209) afirma que: “O ensino a distância é uma modalidade de educação que ganha cada vez mais adeptos. Seja em cursos livres, teológicos e profissionais, o EaD tem sido escolhido por pessoas que buscam comodidade”.

Também compete ao professor um novo papel nesse modelo de ensino que é “tornar-se parceiro dos estudantes no processo de construção do conhecimento” (BELLONI, 2006, p. 81). Para atuar nesse cenário terá que compreender o ambiente das tecnologias interativas online - computadores, celulares, internet em múltiplas interfaces; chats, fóruns, wikis, e-mail, blogs, fotos, Twitter, Facebook, videologs, etc.

Em um contexto de distanciamento social, os métodos da EaD podem ser meios prolíficos de se criar possibilidades e recriar novos cenários que substituem, pelo menos momentaneamente, a sala de aula.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As aulas e oficinas ministradas ao longo dos anos de 2018 e 2019 ocorreram de forma semipresencial, cujo público contou com alunos da sala de Recursos Multifuncional de um município na região metropolitana de Curitiba, sendo esses portadores de altas habilidades ou superdotação. Tendo continuidade em 2020, apenas de forma on-line, devido ao cenário atual, no qual a forma presencial de ensino está impossibilitada, por conta da Covid 19.

O interesse por este estudo surgiu a partir do primeiro contato com as crianças com altas habilidades ou superdotação, cuja proposta partiu de um município próximo a capital paranaense, sendo que no contato inicial, foi-nos solicitado a aplicação de oficinas nos sábados para esse público e, posteriormente, no contra turno escolar, uma vez por semana, sendo o tema contemplado: A robótica educacional de baixo custo e história da tecnologia, proposição essa que está sendo desenvolvida no município, há sete anos com o ensino regular do 3° ao 5°.

No convívio com as crianças portadoras de altas habilidades ou superdotação, constatou-se de imediato um rico campo de pesquisa, no qual, através das observações, aplicações de oficinas e pesquisas posteriores, este trabalho poderia contribuir para uma educação diferenciada, trazendo benefícios para o público envolvido.

Durante os anos de 2018 e 2019, foram ministradas aulas direcionadas à construção de objetos de robótica com sucatas ou sustentável, robótica de baixo custo com Arduino e a

história da Evolução da Tecnologia. Esse curso foi realizado de forma presencial com reuniões semanais e on-line num ambiente de aprendizagem virtual (AVA), utilizando a plataforma do Google Sala de Aula, onde foram realizadas diversas atividades complementando as aulas presenciais, os estudantes contaram com o auxílio dos pais e/ou responsáveis para realizar as atividades on-line.

O principal objetivo das aulas on-line foi o aprofundamento e continuidade das aulas e oficinas presenciais e também a participação dos pais, os temas trabalhados foram: Pré-história, primeiras tecnologias criadas pelos seres humanos, tecnologias atuais, história da robótica, robótica educacional, robótica com sucatas e robótica com Arduino. No que tange a robótica de baixo custo através do Arduino, por meio dessa ferramenta, pode ser inserida no âmbito escolar uma robótica aplicável e viável financeiramente. Sendo mais uma boa opção para um ensino e aprendizagem significativos e diferenciados, utilizando a prática aliada à teoria. Sobre os benefícios do Arduino, Medeiros e Wunsch afirmam que:

Com relação à cognição e à aprendizagem, a atividade de programação com o Arduino permite, portanto, estabelecer uma ponte entre o pensamento concreto e o formal. Enquanto a montagem dos circuitos com o Arduino permite lidar com os aspectos de aprendizagem mais relacionados aos elementos físicos, pertencentes à realidade, a atividade de programação incentiva a criação de estruturas cognitivas que permitirão ao aluno lidar com as abstrações oriundas da escrita do código, em linguagem de programação. (MEDEIROS; WUNSCH, 2019, p.09).

Devido ao cenário epidêmico atual, durante o ano de 2020, daremos continuidade as propostas e temas mencionados apenas de forma on-line, e, ao retornarmos com as aulas presenciais serão retomados os assuntos, dando início as oficinas práticas.

ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS EM 2020 DE FORMA ON-LINE E PRESENCIAL

Os temas trabalhados inicialmente serão sobre Pré-história e as mais remotas formas de tecnologias, tais como: as primeiras ferramentas elaboradas manualmente para a proteção e sobrevivência do homem primitivo, descoberta do fogo, advento da agricultura e domesticação de animais, primeiras formas de escrita e de comunicação oral, entre outros temas relacionados a esse período.

Estudaremos sobre os avanços tecnológicos, e suas evoluções históricas, mais influentes da sociedade moderna, criadas pelos seres humanos, que seria impensável viver

atualmente sem eles, como o avião, os meios de comunicação, telefone fixo e móvel, transporte, o computador e seus antecessores, entre outras invenções que mudaram a qualidade de vida das pessoas. Serão analisados diversos períodos da história, sempre contextualizando os avanços e seus impactos na estrutura social de cada período histórico.

Abordaremos ainda as tecnologias atuais como a robótica, robótica educacional, robótica com sucatas e robótica com Arduino, assim como, a história do surgimento de cada uma delas e sua utilidade para a sociedade. As explanações on-line serão através de vídeos, textos, no qual o estudante poderá comentá-las por meio de chats e realização de algumas atividades propostas.

Em relação a intencionalidade das oficinas presenciais foi considerado para o planejamento e execução das aulas, a construção dos objetos de robótica, fazendo-se uso de sucatas - materiais recicláveis e lixo eletrônico - introdução à robótica de baixo custo com Arduino, sustentabilidade e preservação ambiental e a história da tecnologia advinda na Pré-história até os dias atuais.

Ao retornarmos para as aulas presenciais serão retomadas as questões trabalhadas no AVA, em seguida daremos início as oficinas práticas, no qual serão projetados e construídos, com base em cada período estudado, diversos objetos. Dentre eles: lanças e machadinhas pré-históricas, pinturas rupestres, construção com sucatas de objetos antigos e modernos, instalando neles a parte robótica (luzes, motores, etc.). Construção e programação básica com o Arduino, entre outros.

Propostas de atividades e conteúdos presenciais e on-line:

- Linha do tempo da História da tecnologia: desde as primeiras formas de tecnologia na Pré-história até os dias atuais;
- Evolução do homem e da tecnologia;
- Pintura rupestre;
- Primeiras ferramentas e objetos construídos pelos seres humanos, costumes, moradias, autodefesa e proteção, história da invenção da escrita, etc.;
- História dos povos da Pré-história, Mesopotâmia, Grécia, Roma, Egito, etc.;
- Estudos sobre a Idade Média, a Revolução Industrial e Revolução Tecnológica;
- Conhecendo as tecnologias do século XX e XXI;
- Pesquisa sobre diversos objetos criados pela humanidade: utilidade, ano de invenção, inventor, etc.;
- Técnicas em carvão;
- Técnicas em argila;

- Trabalhos com tinta guache e massa de modelar;
- Primeiros computadores inventados e com quais objetivos;
- Conhecendo o computador por dentro e por fora: montagem e manutenção básica de computadores e os sistemas operacionais;
- Tecnologias digitais;
- Sustentabilidade: protegendo o meio ambiente;
- Reciclagem, separação do lixo, etc.;
- História da robótica: O que a robótica, o que é a robótica educacional, o que é a robótica sustentável com sucatas;
- Elétrica e eletrônica básica (retirando motores, fios, luzes e leds);
- Construindo objetos robóticos com material reciclável (papel, plástico, etc.);
- Instalando motores, luzes e LDS e fios nos objetos robóticos;
- Conhecendo os princípios básicos da robótica com Arduino;
- Mostra cultural.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O trabalho com os estudantes com superdotação ou altas habilidades foi desenvolvido durante os anos de 2018 e 2019, de acordo com as análises realizadas, os resultados foram satisfatórios e significativos. O levantamento deu-se por meio dos pareceres dos pais e/ou responsáveis dos estudantes participantes, sob a forma de entrevista, esses afirmaram que alguns dos alunos, antes da aplicação do projeto, eram mais dispersos e agressivos e não gostavam muito de trabalhar em grupo, mas após a participação no projeto, mudaram sua postura de forma positiva.

Após o término do curso, concluiu-se que a metodologia pedagógica aplicada contribuiu de forma interdisciplinar no processo de aquisição de aprendizagem em áreas como: matemática, português, ciências, história e artes, assim como uma maior facilidade para resolução de problemas, interação com seus pares, gosto pela pesquisa, desenvolvimento cognitivo, entre outras.

As entrevistas aconteceram com 18 pais e/ou responsáveis pelos estudantes, composta por diversas questões. A primeira indagação feita aos responsáveis foi sobre sua opinião em relação ao projeto de robótica sustentável. Todos responderam que estavam felizes com a participação dos filhos no projeto e que gostaram muito da proposta.

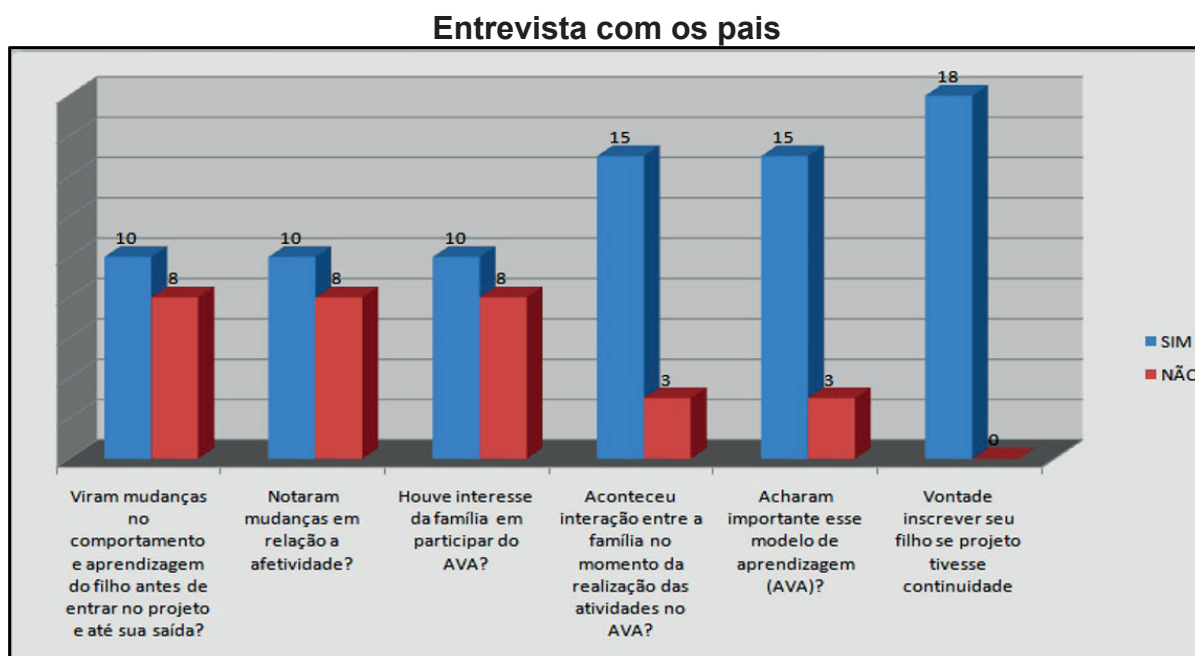
Ainda, questionou-se se identificaram mudanças no comportamento e na aprendizagem do filho, antes da participação no projeto até a finalização do mesmo, sendo que 10 responderam que observaram mudanças significativas e 8 não perceberam qualquer mudança. Também, foi

perguntado se notaram mudanças em relação à afetividade das crianças, 10 responderam que perceberam os filhos mais próximos depois da participação nas atividades do Ambiente Virtual de Aprendizagem, os demais não perceberam mudanças. Em relação à interação social, todos perceberam mudanças pertinentes. Na questão sobre o ambiente virtual de aprendizagem (AVA), acerca do interesse da família em participar, 15 responderam que sim, e três disseram que não tiveram tempo ou interesse.

Quanto à aprendizagem significativa no AVA, 15 pais responderam favoravelmente, porém 3 se omitiram. Ao serem indagados sobre a interação na família relativa à realização das atividades no AVA e a importância desse modelo de aprendizagem, 15 responderam que sim, e 3 não participaram do Ambiente Virtual.

Dessa forma, os pontos positivos mais citados pelos pais no que diz respeito ao projeto, destacam-se o maior interesse com a tecnologia em geral, mais proximidade com os familiares, maior interação com colegas, afetividade e a aprendizagem diferenciada, sendo que os 18 entrevistados afirmaram que não observaram pontos negativos.

Por fim, ao ser suscitado sobre a pretensa possibilidade do filho participar, caso o projeto prossiga para a fase dois, - robótica com Arduino, de cunho avançado e a robótica com kits industrializados - unânimes e assertivos demonstraram-se favorável frente a proposta.



Fonte: os autores (2020).

Nas ações que permearam tal trabalho, buscou-se auxiliar no processo de ensino e aprendizagem por meio do lúdico, bem como a conscientização da importância de se utilizar materiais recicláveis – vitais à sustentabilidade do *habitat* – na construção de objetos robóticos e também a valorização de ferramentas tecnológicas de baixo custo à educação.

Desse modo, respeitando-se os objetivos, realizaram-se pesquisas e análises documentais em sites e livros, oficinas práticas, participação dos envolvidos no AVA e entrevistas com os pais e/ou responsáveis e com os estudantes. Portanto, considerando-se os resultados obtidos e as análises realizadas, observa-se que o objetivo geral desta pesquisa, em avaliar o uso da robótica de baixo custo quanto à efetividade da aprendizagem dos alunos com altas habilidades ou superdotação, de forma semipresencial, foi alcançado.

Nesse sentido, conclui-se a importância da continuidade destas oficinas, aulas presenciais e on-line, sobretudo em momentos como este que estamos inseridos, vendo-as como fonte de possibilidades de aprendizagens diferenciadas, lúdicas e significativas para estudantes, pais e professores. Prezando e tornando viável o vínculo entre a teoria e a prática e a valorização das diferentes possibilidades e ferramentas de ensino que as novas tecnologias nos oferecem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como base a dissertação de mestrado que faz parte do PPGENT e do grupo de pesquisa Simuladores Computacionais e Robótica Educacional da Uninter. Através desse trabalho buscou-se oportunizar aos estudantes do ensino fundamental I uma aprendizagem significativa e diferenciada de maneira dinâmica e lúdica, seja de forma presencial ou on-line, sobretudo, neste momento onde o ensino presencial está tendo dificuldades de se realizar, devido a pandemia que estamos enfrentando. É preciso conscientizar os estudantes que é possível uma aprendizagem, em ambientes virtuais de aprendizagem divertida, eficaz e significativa e que brincando com essas ferramentas que até então, era desconhecida pela maioria deles, poderá aprender e descobrir um mundo totalmente novo e ao mesmo tempo real. Entendendo que, as diversas formas de tecnologias como a robótica e ambientes de aprendizagem on-line, podem auxiliar nas atividades do seu dia a dia, seja escolar ou familiar.

Em relação às autoridades, escola e, sobretudo, aos familiares, o objetivo foi o de sensibilizar e incentivar mudanças de comportamento da seguinte forma: participação, compartilhamento de aprendizagem, integração e interação entre pais e filhos, colaboração, investimento, valorização e respeito às propostas pedagógicas em relação à robótica e às tecnologias em geral. Compreendendo que, mesmo com os alunos pequenos é possível uma educação semipresencial de qualidade.

É preciso conscientizar e criar políticas públicas, buscando estratégias a serem adotadas para que ferramentas tecnológicas como a robótica e os AVAs sejam mais acessíveis

para a educação pública, pois praticamente em todas as situações de aprendizagem o uso da tecnologia e de ferramentas como essas mencionadas são importantes tanto nas escolas quanto na vida pessoal e, futuramente, profissional do estudante. Para isso, é preciso uma nova forma de ver e pensar a educação dessa nova geração tão ligada e conectada, pensando em uma formação de qualidade e contínua para o professor, pois de nada adianta termos diversos recursos tecnológicos sem professores preparados para utilizá-los.

Nosso país tem muito que avançar nesse sentido, entretanto, cabe a nós cobrarmos uma educação melhor e que se aproxime mais dessa geração tecnológica, só assim todos conseguirão ter acesso a uma educação de qualidade, visando desenvolver as habilidades do século XXI.

A relevância da continuidade desse trabalho se faz necessária, para que os profissionais da educação atuem em suas Unidades de Ensino e de forma remota como multiplicadores dessa proposta e das novas ferramentas tecnológicas que temos disponíveis atualmente. Visando também, mudanças de conceitos e paradigmas, deixando de lado velhos preconceitos em relação à utilização das novas tecnologias na escola, vendo que é possível fazer uma educação significativa e moderna, utilizando tudo que as novas tecnologias proporcionam.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, W. **Panorama atual da educação a distância no Brasil**. Disponível em: <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:HTL6K3yEYq0J:www.geocities.ws/dunalvaped/Webfolio/PanoramaAtual.doc+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 06 jun. 2020.

BELLONI, M. L. **Educação a Distância**. 4 ed. Campinas, São Paulo: Editores Associados, 2006.

BRASIL. **Censo escolar. Relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2018**. Ed. Intersaberes Disponível em: http://abed.org.br/arquivos/CENSO_DIGITAL_EAD_2018_PORTUGUES.pdf. Acesso em 28 mai. 2020.

BRASIL. LDB – **Lei de Diretrizes de Base da Educação**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em 02 nov. 2019.

DANTAS, S. A. L. **Robótica de Baixo Custo como Objeto de Aprendizagem para Estudantes com Altas Habilidades ou Superdotação, 2019. Dissertação de mestrado.** Disponível em: https://www.uninter.com/mestrado/wp-content/uploads/2020/06/Vers%C3%A3o-Final_DISSERTA%C3%87%C3%83O_Scheila-Aparecida-Leal-Dantas.pdf. Acesso em: 26 jul. 2020.

MEDEIROS, L. F. de; WUNSCH, L. P.; BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. A Robótica Sustentável na Educação: Sucata e Materiais Elétricos como Suporte para a Formação do Docente Atual. **REVISTA COCAR (UEPA)**, 2019. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/2355>. Acesso em: 28 jul. 2020.

DE MEDEIROS, L.; WÜNSCH, L. Ensino de programação em robótica com Arduino para alunos do ensino fundamental: relato de experiência. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 26, n. 2, p. 456 – 480, 10-maio-2019. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rep/article/view/8701/114114580>. Acesso em: 28 jul. 2020.

MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. **Verbete robótica educacional. Dicionário Interativo da Educação Brasileira – Educa brasil.** São Paulo: Midiamix, 2015. Disponível em: <<https://www.educabrasil.com.br/robotica-educacional/>>. Acesso em: 04 mar. 2019.

NASCIMENTO, J.B. **Os recursos da robótica educacional.** Disponível em: <http://sistemaolimpico.org/midias/uploads/42a3265f55799af6f7f12e07d201cd87.pdf>Acesso em: 24 jun. 2019.

NETTO, S. P. **Psicologia da aprendizagem e do ensino.** São Paulo: Pedagógica e Universitária: São Paulo: EDUSP, 1987.

PAPERT, S. **A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática.** Porto Alegre, Artes Médicas, 1994.

PAPERT, S. **Education for the knowledge society: a Russia-oriented perspective on technology and school.** IITE Newsletter. UNESCO, No. 1, janeiro-março 2001.

POCRIFKA, D. H.; SANTOS, T. W. **Linguagem logo e a construção do conhecimento.** Disponível em: http://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2009/2980_1303.pdf. Acesso em: 09 nov. 2019.

RIZZO, G. **Jogos Inteligentes: A construção do raciocínio na Escola Natural.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

SCHLÜNZEN, J. K. **Educação a Distância no Brasil: caminhos, políticas e perspectivas. ETD.** Disponível em: <http://www.fae.unicamp.br/revista/index.php/etd/article/view/1953>. Acesso em 22 out. 2019.

TELLES, J. E.; POLAK, Y. N. S. **Educação à distância: possibilitando a excelência e a socialização do saber no âmbito da graduação. Educação a distância: um trabalho multidisciplinar.** Curitiba, 1999.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem.** Trad. M. Resende, Lisboa, Antídoto, 1979. A formação social da mente. Trad. José Cipolla Neto et alii. São Paulo, Livraria Martins Fontes, 1984.

ZILLI, S. R. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Práticas.** Dissertação de Mestrado – Florianópolis: UFSC, 2004.

PROGRAMAÇÃO TANGÍVEL: UM ROBOT PORTUGUÊS NUM PROJETO FORMATIVO (TRANS)NACIONAL

Filipe T. Moreira⁵³ ¹, Maria José Loureiro⁵⁴ ², Isabel Cabrita⁵⁵ ³

INTRODUÇÃO

O Homem convive com tecnologia desde sempre. Mas a sua evolução, principalmente nos últimos tempos, é tão estonteante que, em momento algum da humanidade, a tecnologia esteve tão presente nas nossas vidas como agora. Mesmo nos contextos educativos que, no geral, resistem à mudança, em pouco mais de 30 anos, assistiu-se a um progresso tão rápido que nos levou do lápis a carvão ao *smartphone*. Portanto, assume-se hoje de suma importância que a criança desenvolva conhecimento sobre o mundo natural, mas também sobre os objetos

⁵³Filipe T. Moreira é professor do 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico, com ampla experiência na participação e desenvolvimento de projetos na área das TIC (nacionais e internacionais), principalmente relacionados com a introdução à programação e robótica nos primeiros anos de escolaridade. Destes projetos destaca-se: o PAprICA – Potenciar Aprendizagens com a Internet das Coisas que visa o desenvolvimento de recursos para a utilização da IoT em contextos educativos; e o robot MI-GO, projeto que consistiu no desenvolvimento de um robô educacional programado de forma tangível. Atualmente é bolseiro de doutoramento em Multimédia em Educação na Universidade de Aveiro, onde é também membro do DigiMedia – Digital Media and Interaction Research Center e colaborador ativo do Centro de Competência TIC da mesma Universidade.

⁵⁴Doutorada em Didática, área de e-Learning (2007), mestre em Ciências da Educação, Tecnologia Educativa - Mestrado Europeu (1994), licenciada em Ensino de Francês/Português e docente do ES e 3.º CEB (1982 - 2002). Exerceu funções de orientadora de Francês nos estágios integrados nas universidades de Aveiro e de Coimbra, na década de 90.

É formadora na área das TIC com registo de certificação pelo Conselho Científico Pedagógico de Formação Contínua (CCPFC), desde 1996

Desempenha funções de professora requisitada no Centro de Competência TIC da ERTE/DGE, tendo também integrado polos e CC dos Projetos Minerva, Nónio século XXI e CRIE, na Universidade de Aveiro, onde ingressou como assistente convidada em 2001/02. Integra grupos de investigação e comissões científicas de revistas, publicações da especialidade e congressos nacionais e internacionais. É membro do Comité Executivo do ICEM (Conselho Internacional de Educação para os Media).

⁵⁵Isabel Cabrita é licenciada em Matemática (Ensino) pela Universidade de Aveiro (UA), tendo sido professora dos Ensinos Básico e Secundário - 1º Grupo Disciplinar (matemática) - durante 4 anos. Em 1986, ingressou no Departamento de Didática e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro (agora Departamento de Educação e Psicologia) e aí obteve o seu doutoramento, na área da Didática, com uma tese que alia a matemática às tecnologias informáticas. Tem trabalhado sempre essas duas áreas, a nível letivo – com experiência na formação de professores (inicial, complementar, contínua e pós-graduada) –, de investigação e de extensão universitária. É membro fundador do CIDTFF – Centro de Investigação Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (Universidade de Aveiro) e Secretária Executiva desde a sua criação, em 1994, até 2016. É Diretora do Mestrado em Ensino de Matemática para professores do 3ºCEB/Secundário, vice-diretora do Mestrado em Educação e Formação e integra a direção do Programa Doutoral em Multimédia em Educação, todos cursos da UA. É ainda responsável do LEM@tic – Laboratório de Educação em Matemática da Universidade de Aveiro –, que criou em 2001; coordenadora do ccTIC-UA; coordenadora da comissão coordenadora da prática pedagógica dos cursos de formação de professores da UA e Assessora Editorial da revista Indagatio Didatica.

feitos pelo Homem (Bers, 2008), nomeadamente os artefactos tecnológicos e, mais ainda, que deles tire, em termos de aprendizagem, o máximo proveito.

Antes do desenvolvimento das tecnologias digitais, as tecnologias existentes permitiam ao homem ultrapassar dificuldades do mundo físico. As mais recentes tecnologias acrescem a essa dimensão uma compreensão mais profunda do mundo físico e natural e, ainda, o desenvolvimento de novos mundos (digitais). A propósito, será de invocar o pensamento de Humberto Eco (ECO, 1987) que refere o facto de a tecnologia possibilitar “uma realidade mais real” do que a natureza. Esta ideia, que parece traduzir uma antítese ou a expressão de uma impossibilidade, com efeito, tem a sua razão de ser. Basta, para tanto, pensar-se em conceitos como realidade virtual, realidade aumentada e Internet das coisas.

Neste quadro, a presença das tecnologias digitais (TD) na escola tem-se vindo a tornar, cada vez mais, uma preocupação para os decisores sociopolíticos, principalmente, no que diz respeito à sua inclusão no processo de aprendizagem (LOUREIRO e colab., 2018). Com efeito, apesar das reservas de alguns, rapidamente a integração das TD na sociedade levou a que tivessem, também, de integrar o universo educativo.

No quadro português, o primeiro projeto envolvendo as TD surgiu nos anos 80 do século XX, tendo-se denominado MINERVA e sido desenvolvido ao longo de 9 anos (1985-1994) (PONTE, 1994). Este projeto foi caracterizado pela ideia da utilização do computador como uma ferramenta que, em vez de constituir o centro das atenções, estaria disponível para permanente utilização, juntamente com outros recursos educativos e materiais (PONTE, 1994).

Nos anos que se seguiram, foram surgindo outros projetos como o NONIO século XXI ou o Internet na Escola, visando a continuidade das tecnologias na educação, mas também a inovação, de acordo com as tecnologias existentes e recursos disponíveis.

No entanto, no que respeita à programação e à robótica, só na segunda década do século XXI, com especial incidência nos últimos cinco anos, é que se assistiu ao aparecimento e desenvolvimento de vários projetos, de âmbito nacional, com vista à promoção do ensino da programação de computadores. Numa fase inicial, foram orientados para os primeiros anos de escolaridade e, posteriormente, alargados até ao 9.º ano.

Neste capítulo, apresenta-se um breve enquadramento teórico sobre o ensino da programação nos primeiros anos de escolaridade focado, essencialmente, nas potencialidades da programação tangível e da robótica. Segue-se uma resenha dos principais projetos de abrangência nacional e respetivos resultados. Vão ser apresentados, com mais detalhe, outros dois projetos que, embora não revestindo carácter nacional, tiveram o envolvimento ativo dos

autores: o *robot* MI-GO (um artefacto de origem portuguesa e programado de forma tangível) e o projeto TangIn que envolveu instituições de Portugal, Espanha, Letónia e Bulgária, no desenvolvimento de recursos para a promoção da programação tangível nos primeiros anos de escolaridade. Por fim, termina-se com algumas notas finais e a visão dos autores sobre aqueles que devem ser os próximos passos, nesta temática, no contexto português.

A promoção do ensino de programação

O quadro traçado neste capítulo remete-nos, essencialmente, para os primeiros anos de escolaridade. As motivações que poderão existir para a promoção do ensino de programação nestas idades consubstanciam a questão para a qual se pretende apresentar uma resposta, ainda que breve, nesta secção.

Com o decorrer dos anos, desde as primeiras investigações nesta área, têm sido apresentadas várias justificações para o ensino de programação, nos primeiros anos de escolaridade, que não são necessariamente opostas entre si. No quadro que se segue (Quadro 1), apresentam-se argumentos favoráveis, de ordem pedagógica e social, para o ensino de programação nos primeiros anos de escolaridade.

Quadro 1 - Fatores concorrentes para o ensino de programação nos primeiros anos de escolaridade

De ordem pedagógica	De ordem social
Promoção da Criatividade e do Pensamento Computacional	Empregabilidade através da mão de obra nas áreas de programação
Promoção do conhecimento sobre como funcionam as tecnologias de informação e comunicação	Atração de meninas para as áreas mais tecnológicas
Promoção de hábitos de colaboração, segurança online e cidadania	Promoção da igualdade e equidade no acesso a conhecimentos nas áreas tecnológicas
Promoção de hábitos que levem os alunos a produzir conteúdos em vez de serem meros consumidores	

Do ponto de vista social, há um fator que parece ser determinante, já que tem vindo a ser indicado por vários autores, e que se prende com a expectável situação que a Europa poderá vir a enfrentar de não ter trabalhadores com competências na área da programação para fazer face à oferta de empregos nesta área.

Outro fator social prende-se com a, ainda, premente necessidade de desmistificar a ideia de que as profissões nas áreas de programação são um trabalho de homens. A melhor

forma de contrariar estes juízos pré-concebidos passa pela própria escola, que deve continuar a apostar em iniciativas de captação e capacitação de raparigas para estas áreas. Com efeito, neste âmbito, têm surgido diversos projetos com vista ao incentivo de jovens do sexo feminino a seguirem carreiras na área da programação.

Considerando que se tem assistido a uma realidade em que as profissões na área da programação têm oferecido salários acima da média, também relacionados com a falta de mão de obra, possibilitar o acesso de todos a este conhecimento e, nomeadamente, de classes mais desfavorecidas, poderá constituir um contributo para o desenvolvimento e empoderamento social, bem como para uma melhoria, a médio/longo prazo, das condições de vida de algumas famílias.

Outro fator transversal que se considerou integrar no quadro 1 consiste na promoção de hábitos e formas de aprender que levem os alunos a produzir conteúdos em vez de serem meros consumidores de conteúdos tecnológicos de todo o tipo, produzidos por outrem. Como se verá nas secções seguintes, há projetos que têm defendido e enveredado por esta ideia e que têm obtido resultados que se podem considerar interessantes. Este fator torna-se relevante porque, embora os alunos, em algumas sociedades, vivam hoje rodeados de tecnologias, muitas vezes limitam-se a fazer delas um uso pouco aprofundado sendo utilizadores passivos de informação ou plataformas de comunicação praticamente só para estarem “ligados” aos amigos (ZUCKERMAN e colab., 2005). Daí que os termos “nativo digital” e “emigrante digital” sejam tão discutíveis e discutidos (PRENSKY, 2010). Com efeito, ter nascido na era das tecnologias da informação não faz dos jovens utilizadores aptos, sabedores e conscientes dos valores e dos riscos das tecnologias, assim como ter nascido anos antes não faz dos mais velhos iletrados digitais.

Do ponto de vista pedagógico, o ensino de programação tem sido visto como uma mais-valia para a promoção da criatividade (RESNICK, 2008), mas também do pensamento computacional. Sobre pensamento computacional, Wing (2012) defende que este é construído a partir da análise das capacidades e limitações dos processos de tratamento de informação, quer estes sejam executados por computadores quer sejam executados por humanos. Ao contrário do que se poderia pensar, o pensamento computacional não é exclusivo dos que trabalham em programação ou com os computadores embora, muitas vezes, quase instintivamente, o associemos a eles (TORRES, 2020). Atualmente, a literacia informática e o pensamento computacional são também consideradas competências essenciais que os estudantes devem desenvolver (BALANSKAT e ENGELHARDT, 2015), tal como anteriormente o foram a leitura e a escrita, bem como a realização de operações aritméticas.

Por último, o ensino de programação poderá ser um contributo para que os alunos percebam como funcionam as tecnologias digitais sendo que, através desta compreensão, poderão desenvolver comportamentos de cidadania digital mais consciencializados.

Considera-se, ainda, que saber programar é uma competência com importância emergente no âmbito das competências para o século XXI (BALANSKAT e ENGELHARDT, 2015), constituindo-se como uma ferramenta excelente e facilitadora da resolução de problemas e do desenvolvimento de competências de comunicação em qualquer contexto de vida (MOREIRA e colab., 2016).

Por conseguinte, o ensino da programação, na nossa perspetiva, não tem como fundamento, filosofia subjacente ou objetivo a formação direta de programadores ou o ensino de linguagens de código, antes visa o desenvolvimento da literacia digital e do pensamento computacional dos alunos bem como de outras competências transversais e específicas, em função das áreas temáticas ou tópicos sobre os quais incide.

O caso específico da programação tangível

A atenção dos investigadores desta área tem sido atraída pelas interfaces tangíveis de programação, com a premissa de que podem tornar esta forma de aprender numa atividade lúdico-cognitiva bastante mais acessível para as crianças (HORN e BERS, 2019; LOUREIRO e colab., 2018; NUSEN e SIPITAKIAT, 2011; SAPOUNIDIS e colab., 2019; SAPOUNIDIS e DEMETRIADIS, 2011, 2012), uma vez que à dimensão digital se acrescenta a dimensão física de manipulação de objetos.

De forma simplificada, a programação tangível caracteriza-se por não ser necessário um computador para se realizar a programação, seja de *software* ou de *robots*. Antes, recorre-se à manipulação de objetos físicos (ver figura 1) que, quando interligados de forma correta, geram um *output* nos ambientes digitais ou nos *robots* (FARR e colab., 2010; STRAWHACKER e BERS, 2015; ZUCKERMAN e colab., 2005).

Figura 1 – Blocos de programação tangível do *robot* MI-GO (andar em frente e virar à esquerda 36°)



Neste tipo de programação, o criador do programa (programador) organiza os objetos físicos de forma a obter o *output* pretendido por parte do *robot* ou do computador. Os blocos manipuláveis são associados à aplicação ou *software* do dispositivo (computador, *tablet*, *smartphone*, etc), que cumprirá os comandos programados através desses blocos.

Embora ainda não seja muito utilizada em contextos educativos, há diversos estudos que indicam vantagens deste tipo de programação por oposição à programação gráfica (SAPOUNIDIS e colab., 2019; SAPOUNIDIS e DEMETRIADIS, 2011), que podem justificar a preferência das crianças pela programação tangível em detrimento da programação gráfica (SAPOUNIDIS e DEMETRIADIS, 2012).

A par da investigação que tem sido realizada, há também no mercado um conjunto de recursos, sendo muitos deles desenvolvidos especificamente para educação. No âmbito deste capítulo, apresentaremos, numa secção própria, um desses recursos.

- **Vantagens**

Diversos autores têm apresentado várias vantagens da programação tangível, quando comparada com linguagens gráficas. Convém explicar que, quando se fala de linguagens gráficas, está a falar-se de código, isto é, de linguagens de programação por objetos gráficos (Scratch, Kodu, Blockly, etc) utilizadas em computador ou dispositivos móveis.

Quanto aos pontos fortes atribuídos à programação tangível, destacam-se alguns dos aspetos mais referidos no estado da arte:

- Facilita a programação colaborativa entre pares (MCNERNEY, 2000; STRAWHACKER e BERS, 2015; ZUCKERMAN e colab., 2005);
- Facilita processos de *debugging* (MCNERNEY, 2000), ou seja, procedimentos que consistem em procurar, detetar e corrigir erros;
- Ajuda a esbater as diferenças de género verificadas quando se trata das áreas da computação (MCNERNEY, 2000);
- Promove o envolvimento sensorial, uma vez que as crianças aprendem havendo um incremento dos sentidos usados (toque, visão, audição) (FALCÃO e GOMES, 2007; ZUCKERMAN e colab., 2005). É do conhecimento geral que, nestas faixas etárias, a descoberta do mundo através do toque é de primordial importância na aprendizagem, em particular, na construção do conhecimento sobre o mundo e na aplicação que dele se faz.

Devido à interatividade e natureza física, a programação tangível presta-se a trabalho de grupo criando-se, assim, um ambiente propício à interação entre pares, independentemente da sua origem, sexo e condição sócio-económico-social. Promove-se, portanto, a inclusão que, de acordo com a UNESCO, é consubstanciada pela integração da diversidade de todos e de cada um dos alunos (AINSCOW e MILES, 2008; UNESCO, 2005, 2017). O trabalho de equipa e a discussão em grupo ocorrem naturalmente, contribuindo para o desenvolvimento de competências comunicativas, o esbatimento de diferenças de toda a ordem e a superação de constrangimentos devido, nomeadamente, à eventual timidez de algumas crianças. Ao contrário das interfaces clássicas de computador, vários alunos podem controlar o *input*, fruto da negociação entre pares, promovendo-se comportamentos colaborativos (BERS, Marina Umaschi e colab., 2013; HORN e BERS, 2019; SAPOUNIDIS e DEMETRIADIS, 2011). Esta maior exposição do aluno aumenta a motivação para aprender, independentemente das características cognitivas e sócio afetivas das crianças (HORN e BERS, 2019; ZUCKERMAN e colab., 2005).

- **Desafios**

Os desafios que marcam a programação tangível em contextos educativos não são muitos diferentes dos que caracterizam a utilização de outras tecnologias. Um dos desafios prende-se com a falta de preparação de professores para o uso generalizado de tecnologias (GUERRA e colab., 2018), principalmente nos primeiros anos de escolaridade.

Verifica-se, também, uma falta de recursos educativos de qualidade (KENNEDY e ODELL, 2014) e uma eventual dificuldade em adquirir recursos tecnológicos uma vez que, alguns deles, podem atingir as centenas de euros.

Robots na Educação

O ensino de programação e a programação tangível, em particular, surgem, muitas vezes, associados à robótica, pelo que se apresentam, neste trabalho, algumas das vantagens da utilização de *robots* aquando da abordagem de conteúdos de programação nos primeiros anos de escolaridade.

Porém, antes, importa salientar que a utilização de *robots* em educação tem as suas origens no século XX com os trabalhos de Seymour Papert, como foi já referido no início deste trabalho, sendo que este autor, juntamente com a sua equipa, desenvolveu, a par da linguagem Logo, um *robot* para educação, o *robot* 'Logo Turtle'. Este *robot*, que chegaria às escolas de forma mais ampla nos anos 80, foi desenvolvido tendo por base o trabalho de William Grey Walter que, nos anos 40, desenvolveu *robots* para serem usados em contextos educativos de engenharia computacional e mecânica.

Desde o lançamento do Logo Turtle, têm sido muitos os estudos desenvolvidos, sobre a utilização de *robots* em contextos educativos, mesmo para os primeiros anos de escolaridade.

De facto, a utilização de *robots* é considerada particularmente eficiente nos primeiros anos de escolaridade, uma vez que estas idades representam fases de desenvolvimento por excelência a nível cognitivo, motor e social (LOUREIRO e colab., 2018). Esta fase é também caracterizada por ser a fase de descoberta do mundo, a satisfação da curiosidade e imaginação, fantasia e magia. A utilização de *robots* também permite às crianças interagir, negociar entre si e participar ativa e autonomamente na sua aprendizagem enquanto “brincam para aprender e aprendem a brincar” (ZUCKERMAN e colab., 2005).

No respeitante ao uso de *robots* em educação, Zilli (2004) refere que, além da promoção do conhecimento em tecnologias, este recurso pode ser um contributo para desenvolver: o raciocínio lógico; as habilidades manuais e estéticas; as relações interpessoais e intrapessoais; a aplicação de teorias e conceitos aprendidos em diversas áreas do conhecimento a atividades concretas, em particular, para o desenvolvimento de projetos; a investigação e compreensão; a representação e comunicação; a resolução de problemas; a criatividade e a capacidade crítica.

O caso do *robot* MI-GO

Neste quadro teórico, surgiu o *robot* MI-GO (<https://migobot.com/pt>). Trata-se de um *robot* de origem portuguesa, desenvolvido pela empresa Carreira & Alegre. Este recurso surgiu da necessidade que um dos membros da empresa sentiu de obter um recurso educativo que permitisse ensinar ao seu filho conceitos básicos de programação, de uma forma lúdica, ao mesmo tempo que abordava conteúdos de outras áreas do conhecimento.

Com efeito, de acordo com diversos autores (MCNERNEY, 2000; NUSEN e SIPITAKIAT, 2011; SAPOUNIDIS e DEMETRIADIS, 2011), alguns estudos têm mostrado evidências dos efeitos do uso de ferramentas de programação tangível no desenvolvimento cognitivo das crianças (ex. linguagem, memória visual e outros). A programação com o uso de *robots* convoca, ainda, conceitos matemáticos, o método científico de investigação e de resolução de problemas (ROGERS e PORTSMORE, 2004), que concorrem para a consecução do perfil do aluno no final da escolaridade. A orientação espacial e o pensamento crítico são outras capacidades mobilizadas na realização de atividades de programação e robótica que, posteriormente, poderão ser aplicadas em quaisquer situações, tanto do quotidiano (ex. ligar um eletrodoméstico), como de maior complexidade cognitiva (ex. desenvolver uma *app* para determinado fim).

Salienta-se que, aquando do seu desenvolvimento, se realizou um estudo com crianças do 1.º ciclo do ensino básico (CEB), de 6 a 10 anos, para aferir quais as suas perceções relativamente ao *robot* e se as características deste estavam adequadas a esta faixa etária. Os resultados deste estudo, que podem ser consultados e aprofundados em Loureiro, Moreira e Senos (2018), indicaram, maioritariamente, que os alunos aderiram a este tipo de programação e preferiram-na à programação gráfica.

- **Características e vantagens**

O *robot* MI-GO é programável de forma tangível, através de blocos, que, depois de ligados a um bloco central, comunicam com o *robot* via *bluetooth*. O *robot* está equipado com blocos que lhe permitem mover-se em frente, para trás e virar para a esquerda e para a direita. O *robot*, para além de permitir considerar amplitudes de ângulo de 90°, reconhece, igualmente, qualquer outra medida de amplitude definida pelo utilizador entre 1° e 360°, sendo esta uma das mais valias que apresenta e lhe é reconhecida por comparação com os restantes *robots* com características semelhantes. Para além dos comandos referidos, pode, também, recorrer-se a repetições de um bloco específico ou criar ciclos de ação. Há, ainda, a possibilidade de lhe acoplar uma caneta o que permite desenhar percursos ou figuras de vária ordem.

A figura 2 ilustra a sequência de blocos necessária para que o *robot* MI-GO represente um quadrado. Salienta-se o facto de que apenas o *robot* e o bloco central têm bateria, a qual não é necessária para os restantes blocos de programação.

Figura 2 – Sequência de blocos para o *robot* efetuar um quadrado



A opção por construir este *robot* começou por uma atividade experimental, a título de curiosidade, de dois investigadores de áreas não relacionadas nem com a programação nem com a educação, respetivamente a química e biologia. No entanto, depois da versão beta concluída e após os primeiros contactos com profissionais da educação, esta versão parecia conter características específicas, diferentes das de *robots* com sistemas de programação idênticos. Daí a decisão de o adotar como base neste estudo.

Os especialistas do campo da educação que tiveram oportunidade de experimentar o protótipo elencaram como características e vantagens específicas deste *robot* as seguintes:

- O material oferece resistência elevada, mantendo-se inalterado após quedas até 2 metros;
- O tamanho e peso dos blocos e do *robot* são adequados à utilização por crianças do pré-escolar ao 2.º CEB;
- Os blocos estão equipados com ímanes direcionais que impedem o utilizador de os encaixar numa posição errada, a qual constituiria mais um erro de programação, assim evitado. Além disso, existe um elevado número de blocos, o que permite combinações variadas, fomentando a criatividade;

- Os trajetos que o *robot* efetua são facilmente perceptíveis pelas crianças. De facto, à medida que o *robot* efetua o *output* do programa criado, acendem leds no bloco referente ao momento, indicando a ação que está a ser realizada;

- A perceção do erro é facilitada uma vez que tanto a programação do *robot* como as tarefas daí decorrentes têm lugar no mesmo espaço físico, não havendo a dualidade do real/virtual. Além disso, a criança apercebe-se do erro de programação cometido, de imediato, já que as luzes dos blocos facilitam essa perceção através da cor vermelha ou da ausência de sinalização;

- O *robot* é dotado de um sensor específico que o faz parar de cada vez que se aproxima da cor vermelha, a qual é utilizada, por exemplo, para definir mapas de percursos onde o *robot* se movimenta para executar as tarefas programadas pelas crianças;

- O fator de inovação deste *robot* consiste na possibilidade de se considerarem medidas de amplitude de ângulo com elevada precisão, definidas pelo utilizador, possibilidade esta inexistente em todos os outros *robots* semelhantes e analisados no âmbito do estudo “Kids Media Lab” (MIRANDA-PINTO e colab., 2017).

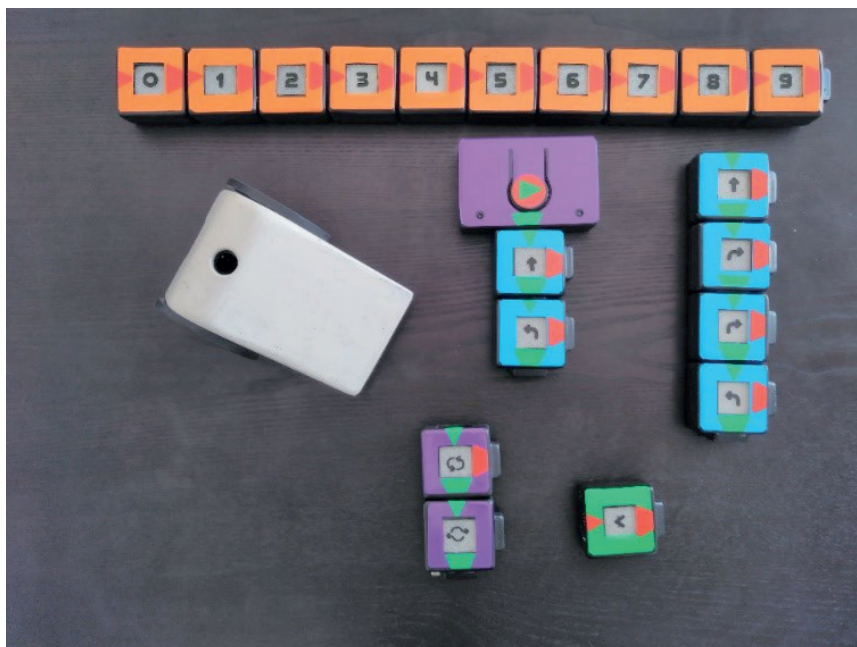
Nesta fase de protótipo, o *robot* e blocos de programação apresentavam, ainda, um aspeto algo grosseiro. Porém, com base nas opiniões de especialistas e experiências com crianças, desenvolveu-se aquela que seria a versão final do artefacto, representada na figura 3.

Figura 3 - Robot MI-GO com alguns blocos em sala de aula



Na figura 4, pode-se observar a versão anterior do *robot* e blocos, assim como todos os blocos disponíveis para um *kit*.

Figura 4 – *Robot* MI-GO, blocos para o programar e bloco central



O projeto TangIn

Conscientes do quão importante é, atualmente, promover a integração das áreas CTEM (Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática) de forma transversal no currículo educacional (CORLU e colab., 2014; HONEY e colab., 2014; ZEIDLER, 2016) e de que a programação tangível pode facilitar a inclusão de crianças e jovens, independentemente do sexo, condições físico-psicológicas ou condições sócio-culturo-económicas (GORDON e colab., 2015; KOSTER e colab., 2009; TABEL e colab., 2017), o projeto TangIn organizou-se em torno de objetivos que servissem estes propósitos.

Como já se referiu, a natureza interativa e física da programação tangível, na qual as crianças devem colaborar ativamente para resolver problemas, é uma grande oportunidade para diminuir as diferenças de formação que se constata na sociedade. O trabalho em equipa, as discussões e o facto de mais de um aluno poder controlar o *robot* ajudam a promover a negociação social, o respeito pelo outro, a partilha e os comportamentos colaborativos. Ao descrito, acrescenta-se que vários estudos sobre desafios educacionais destacam as potencialidades da robótica tangível no ensino de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Especificamente,

podem até mesmo desenvolver-se competências transversais dos alunos (por exemplo, habilidades digitais, resolução de problemas, colaboração, pensamento crítico e criatividade), bem como inclusão e igualdade de género, duas das principais preocupações da Comissão Europeia (CHRISTINE e YVES, 2017).

Com base no que foi referido, surgiu o projeto TangIn – *Tangible Programming and Inclusion* –, decorrente da necessidade de i) disseminar as vantagens da programação tangível; ii) desenvolver formação de professores do primeiro ciclo do ensino básico, nesta área e iii) desenhar tarefas e atividades que permitissem abordar outros conteúdos curriculares através deste tipo de programação, fazendo também jus à inter e multidisciplinaridade e à flexibilização do saber, cada vez mais presentes nas orientações curriculares.

O projeto TangIn teve a duração de 24 meses e foi financiado pelo Programa Erasmus+, tendo envolvido um consórcio de parceiros da Bulgária, Espanha, Letónia e Portugal. Este projeto teve como objetivo principal (co)desenvolver e disseminar um conjunto de recursos didáticos que facilitem a utilização de ferramentas de programação tangível em contexto educativo, como forma de desenvolvimento do pensamento computacional e de competências nas áreas curriculares de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM) e ainda de promoção da inclusão dos alunos envolvidos.

Numa fase inicial, procedeu-se ao levantamento dos conteúdos programáticos dos seis anos iniciais de escolaridade dos quatro países envolvidos, que poderiam ser abordados com recurso à programação tangível. Posteriormente, desenvolveram-se planos de sessões, que foram testados com alunos dos 3.º e 4.º anos de escolaridade num estudo pré-piloto que decorreu em três centros escolares da zona centro norte do país coordenador do projeto, Portugal.

Terminado este estudo pré-piloto, desenvolveu-se um curso de formação de professores que envolveu 16 docentes dos quatro países envolvidos no projeto. Admitiu sessões teóricas e, maioritariamente, sessões práticas. Houve ainda uma saída de campo que consistiu numa visita à escola onde se realizou o estudo pré-piloto e participação numa das aulas desenvolvidas com o *robot*. Os planos de formação encontram-se publicados e podem ser consultados em Loureiro et al. (2020). Durante esta formação, que teve a duração de uma semana e decorreu na Universidade de Aveiro, os planos de atividades utilizados no estudo pré-piloto e reformulados em função do mesmo foram, novamente, revistos, procedendo-se a alterações de acordo com as avaliações realizadas. Ainda durante esta semana, os docentes envolvidos desenvolveram novos planos que viriam a ser implementados nas suas escolas.

Na fase seguinte, os participantes na formação replicaram-na a quatro colegas nas suas escolas e iniciou-se, assim, o estudo piloto em cada um dos países. Tal estudo piloto envolveu 32 professores e cerca de 500 alunos.

Durante o mesmo, os docentes utilizaram o *robot* MI-GO e os planos previamente desenvolvidos para, a partir da programação prévia, abordarem conteúdos das áreas CTEM. Saliente-se que alguns docentes procederam ao desenvolvimento de novas tarefas que foram também alvo de avaliação e disseminação junto dos restantes colegas.

Por último, os docentes que participaram nos estudos pré-piloto e piloto tornaram-se 'formadores/embaixadores' do TangIn nos seus países e, posteriormente, em parceria com os membros do projeto, promoveram eventos multiplicadores de formação de professores (com as necessárias adaptações e contextualizações nacionais) nos países respetivos, essencialmente, para divulgar os produtos do projeto (ex. *toolbox*) junto de professores, investigadores, empresários e decisores políticos.

Todos os recursos desenvolvidos estão partilhados de forma aberta, em língua inglesa e nas línguas dos quatro países envolvidos, no *website* do projeto (www.tangin.eu), de forma a poderem ser utilizados por qualquer professor.

Procurou-se, assim, contribuir para a sustentabilidade do projeto, em particular no que se refere ao uso, revisitação, adaptação e/ou recriação de recursos educativos desenvolvidos no TangIn, não apenas por profissionais com interesse nesta área mas, sobretudo, por profissionais que se espera conquistar e motivar para a programação tangível. Este foi, aliás, um dos requisitos do programa de financiamento da agência Erasmus+.

- **Avaliação**

Este projeto assenta nos pressupostos inerentes ao processo de investigação e desenvolvimento (I&D), de índole qualitativa, recorrendo ao plano de avaliação para a descrição e interpretação dos resultados obtidos através das técnicas de observação (pelos formadores-investigadores), recolha documental e inquirição (COUTINHO, 2014).

Assim, inicialmente, foram inquiridos professores nos quatro países envolvidos no projeto. Este inquérito por questionário visou aferir conhecimentos que os docentes possuíam sobre programação, neste caso particular, sobre programação tangível e a sua utilização em contextos educativos. A inquirição foi novamente utilizada no final do projeto de forma a aferir quais as perceções dos docentes envolvidos (participantes do projeto e os que frequentaram as formações finais) sobre a utilização da programação tangível em contextos educativos e sobre os recursos desenvolvidos durante o projeto.

A avaliação do estudo pré-piloto e piloto foi concretizada por observação por parte de investigadores da Universidade de Aveiro envolvidos no projeto e/ou através dos portefólios elaborados pelos professores/formandos, dos quais constam todas as atividades desenvolvidas

no âmbito da programação tangível. Nos portefólios estão ainda reunidas as reflexões dos professores.

- **Resultados e breve discussão**

Como resultados, este projeto possibilitou a publicação de vários documentos que se afiguram como facilitadores da divulgação e adoção da programação tangível em contextos educativos, destacando-se:

- Relatório inicial – onde figuram os conteúdos curriculares (de Portugal, Espanha, Letónia e Bulgária) passíveis de serem abordados com recurso a um *robot* programado de forma tangível;
- Guião de formação de professores – que contempla os recursos e guias utilizados para a formação de professores;
- Guião para professores – que apresenta, de forma simplificada, a informação necessária aos docentes para a utilização de recursos programáveis de forma tangível em contextos educativos;
- Guião do estudo piloto – onde se incluiu o compêndio de todas as tarefas realizadas com alunos e avaliadas nas diferentes sessões do projeto, para que os docentes possam recorrer a este guião para replicarem (ou adaptarem) as tarefas nas suas atividades de educação com crianças.

Ressalva-se que as três últimas publicações referidas compõem a toolbox (caixa de ferramentas) disponibilizada para professores e diretores escolares que pretendam replicar o projeto.

Importa salientar que utilizar esta toolbox e desenvolver atividades análogas às do projeto implica a necessidade de se estar ciente de que ensinar, facilitar e promover a aprendizagem não acontecem seguindo um manual de prescrição. O ensino rege-se por princípios pedagógicos e didáticos, mas também exige ser-se criativo e inovador para ganhar o interesse e a confiança das crianças.

Com efeito, os professores têm de ser reflexivos e inventivos para que possam apoiar e ajudar as crianças a tornarem-se no melhor que possam vir a ser, nomeadamente para que se tornem cidadãos críticos, capazes de usar e exercitar seus direitos e deveres numa prática de cidadania plena.

- **Questionário inicial**

Relativamente ao questionário inicial, os resultados podem ser consultados no relatório 1 do projeto (disponível em www.tangin.eu). Todavia, no âmbito deste capítulo, destacam-se os mais relevantes.

Dos 157 docentes envolvidos (dos 4 países), verificou-se que 68% não estavam familiarizados com o termo programação tangível. No entanto, 84% dos inquiridos afirmaram que, se tivessem a oportunidade, gostariam de participar um curso de formação sobre o uso educativo de conceitos e recursos de programação tangível para os utilizar na sala de aula.

16% dos inquiridos responderam, contudo, que não estariam interessados em participar num curso e justificaram esta opção de resposta por estarem a terminar as suas carreiras, por não verem como a programação tangível pode ser aplicada à disciplina que ensinam e, principalmente, porque afirmaram não ter tempo livre no momento da resposta.

Importa salientar que 93% dos professores responderam que, se tivessem um *kit* (contendo orientações pedagógicas, materiais e recursos de aprendizagem) disponível, utilizá-lo-iam nas salas de aula.

O interesse pelo conceito de programação tangível é também notório pela utilização que os inquiridos afirmaram que dariam aos recursos se estes fossem disponibilizados – 13% responderam que os utilizariam duas vezes por semana na sala de aula, 31% que os utilizariam uma vez por semana e 19% que os utilizariam uma vez de duas em duas semanas.

A opinião dos inquiridos sobre a idade ideal dos estudantes para introduzir conceitos de programação tangível é relativamente dispersa entre os primeiros anos (5 anos ou antes) e os 10 anos de idade. É, contudo, claro que devem ser introduzidos durante os primeiros 10 anos de vida da criança, pois apenas 18% dos inquiridos afirmaram que a programação tangível só deve ser introduzida após os 11 anos de idade.

Na opinião dos inquiridos, a aplicabilidade de conceitos tangíveis de programação está fortemente relacionada com temas CTEM tais como matemática (72%), TIC (62%), programação (61%), ciências naturais (49%), mas também com temas como língua materna (21%), música (16%) e artes (15%), mostrando que a programação tangível é útil não só em abordagens CTEM mas também CTEAM, juntando a área das artes e ciências sociais às restantes.

Quanto ao contexto em que seriam utilizados recursos tangíveis de programação, não se pode considerar que haja consenso, uma vez que 55% dos inquiridos responderam que o cenário ideal seria a educação formal, na sala de aula, mas 42% dos os participantes responderam que seria mais adequado utilizá-los num tipo de educação não formal ou informal.

- **Piloto**

Durante a vigência do projeto TangIn, desenvolveram-se um total de 21 planos de aula que foram alvo de avaliação por parte dos investigadores da Universidade de Aveiro. Estes planos estão também disponíveis no website do projeto.

Decorrente da análise dos portfólios e dos questionários aplicados, pode afirmar-se que os planos desenvolvidos permitem uma abordagem aos conteúdos curriculares indicados, através de tarefas que envolvem a programação tangível. Os professores mencionaram, também, que estas foram uma mais-valia na promoção do trabalho colaborativo e na inclusão de todos os alunos.

No respeitante ao desenvolvimento do pensamento computacional, os envolvidos foram de opinião que as tarefas apelaram ao desenvolvimento deste tipo de pensamento. No entanto, não foi possível proceder a uma avaliação dos alunos no sentido de se aferir se as opiniões dos docentes envolvidos correspondem à realidade.

- **Pós piloto**

Relativamente aos resultados obtidos com o questionário aplicado para identificar as potencialidades, constrangimentos e sugestões de melhoria da Toolbox Tangin, recolheu-se um total de 82 respostas, tal como registado no quadro 2. Para uma análise mais detalhada dos resultados, recomenda-se a leitura do artigo Guerra et al. (2020).

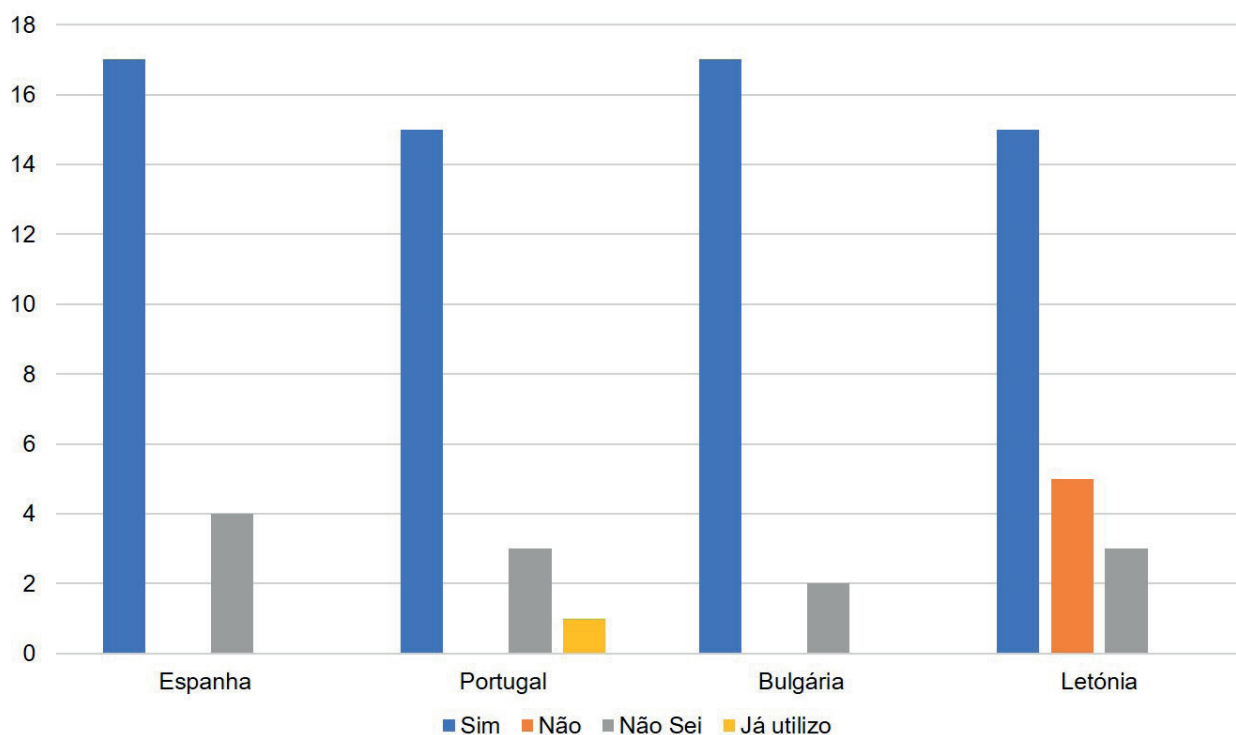
Quadro 2 – Número de respondentes ao questionário em cada país

País	Nº de respostas ao questionário
Espanha	21
Portugal	19
Bulgária	19
Letónia	23
Total	82

Todavia, neste contexto, salienta-se a opinião dos envolvidos sobre a utilização de conceitos e ferramentas tangíveis de programação e pensamento computacional nas aulas. A esmagadora maioria dos participantes nos Eventos Multiplicadores consideraram importante utilizar conceitos de pensamento computacional e ferramentas de programação tangível nas suas práticas letivas (gráfico 1). Quando questionados se previam integrar estes conceitos, ferramentas e práticas nas suas aulas, um participante português afirmou que já o fazia e cinco participantes letões afirmaram não considerar essa possibilidade.

Os restantes participantes, na sua maioria, consideraram utilizar conceitos de pensamento computacional e ferramentas de programação tangível em contexto de sala de aula, mas houve também alguns participantes que mostraram algumas reticências e insegurança em relação a estas práticas: quatro espanhóis (n=4); três portugueses (n=3); três letões (n=3) e dois búlgaros (n=2).

Gráfico 1 – Uso de conceitos e ferramentas de programação tangível e pensamento computacional nas aulas



Estes resultados revelam a necessidade premente de investir na formação prática e reflexiva de professores em cursos de média e/ou de longa duração (LOUREIRO e colab., 2020), tanto inicial como contínua. Os *Multiplier Events* – Eventos Multiplicadores são muito importantes para dar a conhecer o projeto a profissionais com especial interesse na temática. Mas estes resultados parecem apontar no sentido de que podem não ser suficientes para sensibilizar e impactar profissionais completamente desconhecedores e inexperientes em relação à integração educativa da programação tangível no ensino básico. Na nossa perspetiva, o resultado menos entusiasta deste número de respondentes não se pode justificar de outra forma.

NOTAS FINAIS

Atualmente, no contexto europeu e nacional (Portugal), uma das principais preocupações da educação diz respeito à adequada preparação profissional dos agentes educativos, especificamente dos docentes. Além disso, a escola deve integrar os desafios digitais presentes na sociedade para preparar os alunos para os desafios que enfrentarão no futuro. Essa realidade exige que todos os cidadãos desenvolvam habilidades e literacia digital, mas, particularmente, os professores. De facto, eles são um dos elementos-chave dos ambientes educativos.

Tentou-se, com este capítulo, apresentar algumas justificativas para a promoção do ensino da programação nos primeiros anos de escolaridade, dando-se destaque à programação tangível como mais-valia para essas idades. Todavia, importa salientar que, apesar de existirem muitos recursos no mercado que permitem uma abordagem diversificada (dando-se neste quadro o exemplo do *robot MI-GO*), há ainda uma lacuna na divulgação junto de professores e demais agentes educativos.

Prova disso mesmo é a elevada percentagem de docentes envolvidos no estudo que não conhecia os conceitos de programação tangível (68%). Daí, a necessidade de formação contínua de docentes na área de tecnologia, que deve ser acompanhada de guiões que lhes permitam implementar atividades inovadoras com estes recursos didáticos nas suas salas de aula e/ou nas suas atividades letivas.

Em jeito de conclusão, face aos resultados positivos do projeto TangIn, decidiu-se dar-lhe continuidade, tendo a equipa da Universidade de Aveiro, este ano letivo, em parceria com várias escolas da zona centro e norte de Portugal, iniciado um projeto com base na toolbox criada no âmbito do projeto e, não menos importante, rentabilizando as aprendizagens decorrentes do projeto.

REFERÊNCIAS

AINSCOW, Mel e MILES, Susie. **Making education for all inclusive: Where next?** Prospects. [S.l: s.n.], 2008

BALANSKAT, Anja e ENGELHARDT, Katja. **Computing our future: Computer programming and coding - Priorities, school curricula and initiatives across Europe**. . Brussels: [s.n.], 2015. Disponível em: <<http://www.eun.org/pt/resources/detail?publicationID=661>>. Acesso em: 12 jul 2020.

BERS, Marina. **Blocks to robots : learning with technology in the early childhood classroom**. 1. ed. New York, NY, USA: Teachers College Press, 2008. Disponível em: <[http://digilib.umpalopo.ac.id:8080/jspui/bitstream/123456789/391/1/Marina Umaschi Bers-Blocks to Robots_ Learning with Technology in the Early Childhood Classroom-Teachers College Press %282007%29.pdf](http://digilib.umpalopo.ac.id:8080/jspui/bitstream/123456789/391/1/Marina%20Umaschi%20Bers-Blocks%20to%20Robots_Learning%20with%20Technology%20in%20the%20Early%20Childhood%20Classroom-Teachers%20College%20Press%202007.pdf)>. Acesso em: 12 jul 2020.

BERS, Marina Umaschi e SEDDIGHIN, Safoura e SULLIVAN, Amanda. **Ready for Robotics: Bringing Together the T and E of STEM in Early Childhood Teacher Education**. *Jl. of Technology and Teacher Education*, v. 21, n. 3, p. 355–377, 2013.

CHRISTINE, REDECKER e YVES, Punie. **European Framework for the Digital Competence of Educators: DigCompEdu**. [S.l.]: Publications Office of the European Union, 2017.

Disponível em: <<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fcc33b68-d581-11e7-a5b9-01aa75ed71a1/language-en>>.

CORLU, M Sencer e CAPRARO, Robert M e CAPRARO, Mary M. **Eğitim ve Bilim Education and Science**. Education and Sciences, v. 39, p. 74–85, 2014.

COUTINHO, Clara Pereira. **Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática**. 2. ed. Coimbra: Edições Almedina, 2014.

DO, Silvana e ZILLI, Rocio. **A ROBÓTICA EDUCACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL: PERSPECTIVAS E PRÁTICA**. . [S.l.: s.n.], 2004.

ECO, Umberto. **Travels in Hyperreality**. London: Picador, 1987.

FALCÃO, Tacia Pontual e GOMES, Alex Sandro. **Interfaces Tangíveis para a Educação**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE, v. 1, n. 1, p. 579–589, 2007. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/607>>.

FARR, William e YUILL, Nicola e RAFFLE, Hayes. **Social benefits of a tangible user interface for children with Autistic Spectrum Conditions**. Autism, 2010.

GORDON, Michal e ACKERMANN, Edith e BREAZEAL, Cynthia. Social Robot Toolkit: Tangible Programming for Young Children. 2 Mar 2015, [S.l.]: IEEE Computer Society, 2 Mar 2015. p. 67–68.

GUERRA, Cecília e colab. **Consulta de PROGRAMAÇÃO TANGÍVEL PARA A INCLUSÃO E PROMOÇÃO DAS STEM**. APEduC Revista, v. 1, n. 2, p. 100–114, 2020. Disponível em: <<https://apeducrevista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/13/7>>. Acesso em: 10 jul 2020.

GUERRA, Cecília e MOREIRA, António e VIEIRA, Rui Marques. A Design Framework for Science Teachers' Technological Pedagogical Content Knowledge Development. [S.l.: s.n.], 2018. p. 193–203.

HONEY, Margaret A. e PEARSON, Greg e SCHWEINGRUBER, Heidi. **STEM integration in K-12 education: status, prospects, and an agenda for research**. [S.l.]: National Academies Press, 2014.

HORN, Michael e BERS, Marina. Tangible Computing. FINCHER; ROBINS (Org.). . The Cambridge Handbook of Computing Education Research. [S.l.]: Cambridge University Press, 2019. p. 663–678. Disponível em: <<http://www.cambridge.org/9781108721899>>. Acesso em: 16 jan 2020.

KENNEDY, T J e ODELL, M R L. **Engaging Students In STEM Education**. Science Education International, 2014.

KOSTER, Marloes e colab. **Being part of the peer group: A literature study focusing on the social dimension of inclusion in education**. International Journal of Inclusive Education, v. 13, n. 2, p. 117–140, Mar 2009. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13603110701284680>>. Acesso em: 12 jul 2020.

LOUREIRO, M.J. e colab. **TEACHERS' TRAINING HANDBOOK - TANGIBLE PROGRAMMING AND INCLUSION IN EDUCATIONAL CONTEXT**. Aveiro: UA Editora, 2020.

LOUREIRO, M.J. e MOREIRA, F. T. e SENOS, S. Introduction to Computational Thinking With MI-GO: A Friendly Robot. LÍDIA OLIVEIRA; ANA LUÍSA REGO MELRO (Org.). . Open and Social Learning in Impact Communities and Smart Territories. [S.l.]: IGI Global, 2018. p. 110–137. Disponível em: <<https://www.igi-global.com/chapter/introduction-to-computational-thinking-with-mi-go/210409>>.

MCNERNEY, Timothy S. **Tangible Programming Bricks : An approach to making programming accessible to everyone**. Media, n. June 1983, 2000.

MIRANDA-PINTO, M. e MONTEIRO, A. e OSÓRIO, A. **POTENCIALIDADES E FRAGILIDADES DE ROBÔS PARA CRIANÇAS EM IDADE PRÉ ESCOLAR (3 A 6 ANOS)**. Revista Observatório, v. 3, n. 4, p. 302–330, 2017.

MOREIRA, F. e colab. Junior Code Academy: A pilot project. 2016, [S.l: s.n.], 2016.

NUSEN, Nussarin e SIPITAKIAT, Arnan. **Robo-Blocks: A Tangible Programming System with Debugging for Children**. 2011.

PONTE, João Pedro Da. **Introduzindo as NTI na Educação em Portugal DEPGEF**. . Lisboa: [s.n.], 1994.

PRENSKY, M. **Não me atrapalhe, mãe –Eu estou aprendendo!Como os videogames estão preparando nossos filhos para o sucesso no século XXI –e como você pode ajudar!** São Paulo: Phorte Editora, 2010.

RESNICK, M. **Sowing the Seeds for a More Creative Society**. Learning & Leading with Technology, v. 35, n. 4, p. 5, 2008. Disponível em: <<https://eric.ed.gov/?id=EJ779952>>. Acesso em: 12 jul 2020.

ROGERS, C. e PORTSMORE, M. **Bringing Engineering to Elementary School**. Journal of STEM Education, v. 5, n. 3 and 4, p. 17–28, 2004. Disponível em: <<http://www.ceeo.tufts.edu>>. Acesso em: 16 jan 2020.

SAPOUNIDIS, Theodosios e colab. **Tangible and graphical programming with experienced children: A mixed methods analysis**. International Journal of Child-Computer Interaction, v. 19, p. 67–78, 1 Mar 2019.

SAPOUNIDIS, Theodosios e DEMETRIADIS, Stavros. Touch your program with hands: Qualities in tangible programming tools for novice. 2011, [S.l.: s.n.], 2011.

SAPOUNIDIS, Theodosios e DEMETRIADIS, Stavros N. **Exploring children preferences regarding tangible and graphical tools for introductory programming: Evaluating the PROTEAS kit**. Proceedings of the 12th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICAIT 2012, p. 316–320, 2012.

STRAWHACKER, Amanda e BERS, Marina U. **“I want my robot to look for food”:** **Comparing Kindergartner’s programming comprehension using tangible, graphic, and hybrid user interfaces**. International Journal of Technology and Design Education, v. 25, n. 3, p. 293–319, 2015.

TABEL, Olivia L. e colab. **Coding as a social and tangible activity**. interactions, v. 24, n. 6, p. 70–73, 25 Out 2017. Disponível em: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3155029.3137099>>. Acesso em: 12 jul 2020.

TORRES, J. V. **TECNOLOGIAS DIGITAIS NA EDUCAÇÃO: PORQUÊ E PARA QUÊ**. . Setúbal: [s.n.], 2020.

UNESCO. **A guide for ensuring inclusion and equity in education**. [S.l.: s.n.], 2017.

UNESCO. **Guidelines for inclusion: Ensuring access to Education for All**. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2005.

WING, Jeannette M. **Computational Thinking**. . [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2012/08/Jeanette_Wing.pdf>. , 2012

ZEIDLER, Dana L. **STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A sociocultural socioscientific response**. Cultural Studies of Science Education, v. 11, n. 1, p. 11–26, 1 Mar 2016. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s11422-014-9578-z>>. Acesso em: 12 jul 2020.

ZUCKERMAN, Oren e ARIDA, Saeed e RESNICK, Mitchel. Extending tangible interfaces for education. 2005, [S.l.]: Association for Computing Machinery (ACM), 2005. p. 859.

ROBÓTICA EDUCACIONAL E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA ATENÇÃO CONCENTRADA

Luiz Roberto Cuch⁵⁶

Luciano Frontino de Medeiros⁵⁷

INTRODUÇÃO

O ato de aprender é tido como uma atividade complexa, que engloba vários fatores, entre eles, a atenção, um requisito fundamental para o início do processo da aprendizagem por parte do indivíduo. Benczik (2000) ressalta que a desatenção coloca a criança em um grande risco para dificuldades escolares em termos do desempenho acadêmico. Dentre os tipos de atenção, a atenção concentrada ou concentração, se caracteriza pelo fato do indivíduo direcionar sua atenção para uma tarefa apenas, ou seja, manter o foco no que se está fazendo inibindo possíveis distrações.

Em mundo em que a informação se multiplica de forma exponencialmente, em que a rotina das pessoas é acelerada fazendo com que as mesmas realizem várias coisas ao mesmo tempo, faz com que o indivíduo receba uma grande quantidade de informação, muitas vezes ao mesmo tempo, mas vários estudos enfatizam que a quantidade de informações que o cérebro recebe é muito superior à sua capacidade de processá-la, fazendo-se necessário que o indivíduo, por meio do cérebro, selecione o que de fato é importante evitando desvios da sua atenção (LURIA, 1991, p.2).

⁵⁶ Mestre em Educação e Novas Tecnologias pelo PPGENT - Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias da UNINTER. Graduado em Licenciatura em Informática pelo Centro Universitário da Cidade de União da Vitória e Pós Graduado em Tecnologias e EAD pela Universidade Do Contestado e Pós Graduado em Docência para a Educação Profissional pelo Senac de São Paulo. Atualmente é professor no Centro Universitário de União da Vitória – UNIUV.

⁵⁷ Doutor em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina (2010), mestre em Informática pela Universidade Federal do Paraná (2001). Atualmente é professor permanente do PPGENT - Programa de Pós-Graduação em Educação e Novas Tecnologias (Doutorado e Mestrado) do Centro Universitário Internacional UNINTER e líder do Grupo de Pesquisa de Simuladores Computacionais e Robótica Educacional. Foi professor visitante da Universidade Politécnica de Madrid. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Inteligência Computacional, Sistemas Inteligentes, Gestão do Conhecimento e Planejamento Estratégico, atuando principalmente nos seguintes temas: Redes Neurais Artificiais, Ontologias e Web Semântica, Sistemas Tutoriais Inteligentes e Tecnologia Educacional. Finalista do Prêmio Jabuti de 2019 na categoria 'Ciências' e 2o.lugar no 5o.Prêmio ABEU na categoria 'Ciências Naturais e Matemáticas' com o livro 'Inteligência Artificial Aplicada'. É pesquisador da FAMPECT - Fundação Wilson Picler de Amparo à Educação, Ciência e Tecnologia.

Trazendo este contexto para a escola, do ato do cérebro selecionar o que é de fato importante por meio da atenção, ação que é de extrema importância para que os alunos direcionem sua concentração para as tarefas inerentes a aula e que ignorem estímulos externos a isso em uma sala de aula como conversas paralelas, barulhos de outras salas ou da rua, ou até mesmo para aquela notificação do seu aparelho celular, a pesquisa em questão, partindo do prisma contextualizado acima de que a concentração é um fator primordial para a aprendizagem, questiona-se como estimular nos alunos a capacidade de desenvolver a habilidade de se manter concentrado durante as aulas? Ainda, a pesquisa faz o uso das tecnologias da informação e comunicação, mais especificamente para este caso, a Robótica Educacional, e se a mesma tem potencial para contribuir para o desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos investigados na pesquisa.

Ao realizar uma revisão sistemática de literatura sobre trabalhos que investigam o desenvolvimento da atenção utilizando a Robótica Educacional, se deparou com alguns autores (SANTIN, SILVA, BOTELHO, 2012; ZILLI, 2004) que citam em seus trabalhos que a Robótica Educacional pode melhorar a concentração do aluno, porém não há uma explicação sobre quais foram os métodos utilizados para se chegar a tal afirmação. A partir de uma abordagem científica esta pesquisa visa utilizar de um teste psicológico científico bem estabelecido para verificar se a Robótica Educacional contribui de maneira significativa para o desenvolvimento da atenção concentrada nos alunos que participaram da pesquisa.

O objetivo da pesquisa é avaliar a utilização da Robótica Educacional como um recurso pedagógico no estímulo ao desenvolvimento da atenção concentrada, para isso a pesquisa foi realizada com um projeto denominado “A aplicação da Robótica Educacional nas escolas públicas do município de Porto União – SC” que visa levar os alunos do ensino médio das Escolas de Educação Básica Balduino Cardoso e Nilo Peçanha, escolas que tem os kits de robótica cedidos pelo estado, o primeiro contato com a robótica.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 ATENÇÃO E SUAS IMPLICAÇÕES PARA A APRENDIZAGEM

A atenção é uma das 3 dimensões das funções executivas, funções executivas que tem o objetivo de controlar a cognição, a aprendizagem e até mesmo tarefas simples que realizamos mesmo sem perceber em nosso dia a dia. Gazzaniga (2006, p. 518) define funções

executivas como um grupo de operações utilizadas para controlar e regular todo o processamento da informação pelo cérebro. As 3 dimensões das funções executivas são:

Controle inibitório (autocontrole): É a capacidade de resistir a uma forte inclinação para fazer algo e, ao invés de ceder a essa inclinação, fazer o que é mais adequado ou necessário.

Memória de trabalho: Manter as informações na mente enquanto se trabalha com elas ou as atualiza.

Flexibilidade cognitiva: É a capacidade do indivíduo de alternar com facilidade e rapidez as perspectivas ou o foco de atenção ajustando-se de modo flexível a novas exigências ou prioridades e a poder raciocinar de maneira. (DIAMOND, 2013, p. 16).

Dentre as dimensões das funções executivas apresentadas acima, a etapa inicial de qualquer ação cognitiva está o controle inibitório, que envolve a capacidade de controlar a atenção nas atividades que estão sendo realizadas, direcionando-as ao processamento a ser realizado pelo cérebro e ignorando-as os demais estímulos que chegam ao mesmo tempo.

Sternberg (2000) define a atenção como o meio pelo qual se processa ativamente uma quantidade limitada de informação a partir da enorme quantidade de informação disponível por meio dos sentidos, da memória armazenada e de outros processos cognitivos. Luria (1991, p. 2) complementa que se não houvesse essa seletividade, a quantidade de informações não selecionada seria tão desorganizada e grande que nenhuma atividade seria possível. Esse fato acontece como já mencionado, porque o cérebro recebe muita mais informação do que a sua capacidade de processamento, fazendo então com que, a atenção selecione e atue filtrando o que será processado.

2.2 ROBÓTICA EDUCACIONAL E SEUS BENEFÍCIOS PARA A APRENDIZAGEM

O dicionário interativo da educação Brasileira define Robótica Educacional como:

...ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, motores e sensores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma o funcionamento dos modelos montados (MENEZES, 2015).

A utilização da Robótica Educacional constitui um rico ambiente de aprendizagem, buscando oferecer aos alunos uma nova ferramenta tecnológica, que possibilite o aluno interagir com a mesma, auxiliando no seu processo de aprendizagem. Maisonnette (2002),

ainda complementa que sua utilização garante aos participantes a vivência de experiências semelhantes às que realizarão na vida real e oferece oportunidades para propor e solucionar problemas difíceis mais do que observar formas de solução.

Uma das teorias de aprendizagem que dá embasamento epistemológico ao uso da Robótica Educacional é o Construcionismo, proposto pelo pesquisador Seymour Papert. Sua teoria foi fundada com base no Construtivismo de Piaget. Papert (1994) enfatiza que a criança é um “ser pensante” e construtora de suas próprias estruturas cognitivas, permitindo o seu aprendizado sem a necessidade direta de alguma forma de ensino.

A Robótica Educacional (RE) aborda o “aprender-fazendo” assim denominado por Seymour Papert, sua utilização propicia um ambiente dinâmico que coloca o aluno como ativo no processo de aprendizagem. Segundo o projeto educacional da EDACOM apud Ortalan (2003), o aluno que participa de um sistema de ensino, que usa a Robótica como ferramenta de aprendizagem, apresenta uma série de vantagens, tais como: Explorar a investigação e a exploração, o trabalho em equipe, resolver problemas e ter organização, entre outros. Ainda sobre os benefícios que a utilização da RE proporciona, Tortelli et al (2012) ressalta que a RE estimula a criatividade dos alunos devido a sua natureza dinâmica, interativa e até mesmo lúdica, além de servir como motivador para estimular o interesse dos alunos no ensino.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa é caracterizada quanto aos objetivos como uma pesquisa explicativa, que segundo Gil (2008) tem como a preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa se caracteriza como mista, na qual utiliza características da pesquisa quase experimental e da pesquisa participante. A pesquisa quase experimental é uma abordagem experimental, que para Gil (2008), consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Porém, conforme destaca Cohen (2007), uma característica essencial da pesquisa experimental é que os investigadores deliberadamente controlam e manipular as condições que determinam a eventos nos quais eles estão interessados. Como o objeto de estudo desta pesquisa é a atenção concentrada de alunos do ensino médio, na qual não se pode ter um controle por completo, tendo em vista em que os mesmos estão em idade de desenvolvimento das funções executivas, que por sua vez têm interferência

direta na atenção concentrada do sujeito. Diante disto, a pesquisa é considerada uma pesquisa quase experimental por não conseguir isolar todas as variáveis presentes no objeto de estudo.

A pesquisa ancorou-se na execução de um projeto de Robótica Educacional para um grupo específico de alunos. Neste projeto, com duração aproximada de 7 meses que totalizou 100 horas aulas, contou-se com a participação efetiva do pesquisador nas execuções das atividades, fato que faz a pesquisa se caracterizar como uma pesquisa participante.

Para a presente pesquisa participaram 18 alunos, escolhidos aleatoriamente pela direção e equipe pedagógica para participar do projeto de robótica desta pesquisa, os mesmos com faixa etária entre 15 a 17 anos estavam cursando a primeira ou segunda série do ensino médio das Escolas de Educação Básica Professor Balduino Cardoso e Nilo Peçanha. Os alunos foram divididos em dois grupos:

a) Grupo dos alunos participantes das aulas do projeto de robótica, composto por 9 alunos (8 meninas e 1 menino; 3 alunos da escola Balduino Cardoso e 6 anos da escola Nilo Peçanha) escolhidos pelo autor da pesquisa, utilizando o critério de mais assíduos e comprometidos com as aulas do projeto.

b) Grupo de controle, composto por 9 alunos (8 meninos e 1 menina; 4 alunos da escola Balduino Cardoso e 5 anos da escola Nilo Peçanha) das mesmas séries, faixa etária e escolas dos alunos participantes do projeto de robótica.

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

1. Teste psicológico D2 – Atenção Concentrada - Rolf Brickenkamp

O teste D2 é um teste de atenção concentrada visual e foi elaborado com o objetivo inicial de medir a aptidão para dirigir. No entanto, mostrou sua utilidade para auxiliar a avaliação de outras profissões que exigem atenção concentrada. Araújo (2016) diz que o teste D2 é um dos instrumentos de avaliação psicológica mais utilizados internacionalmente para a mensuração da atenção concentrada. O teste fornece vários tipos de resultados que tornam possível avaliar separadamente a rapidez, a exatidão, a qualidade da atenção e a flutuação no desempenho, que podem indicar distúrbios na atenção e na qualidade do trabalho. Indicadores obtidos com o teste:

Segundo o manual do teste (BRICKENKAMP, 2000) os indicadores obtidos são:

- **Resultado Bruto (RB):** número total de sinais assinados. Indica a rapidez do desempenho no teste ou desempenho quantitativo. O resultado é somado primeiramente por

linha, contando quantos sinais o sujeito conseguiu realizar no tempo de 20 segundos, após soma-se este valor das 14 linhas do teste, obtendo-se então o RB.

- **Avaliação dos erros:** Os erros são avaliados em 2 categorias:

Erro tipo 1 - Sinais omitidos: são os sinais que deixaram de ser assinalados pelo sujeito; Erro tipo2 - Marcação com o sinal errado, quando os sinais foram riscados a mais, são os sinais que não deveriam ser assinalados.

- **Total de erros (TE):** Somam-se os total de erros das 14 linhas.
- **E%** - Porcentagem de erros: o total de erros (TE) é transformado em porcentagem de erros pela fórmula: $E\% = 100 \times TE / RB$.

• **Resultado líquido (RL):** Considera-se o resultado líquido (RL) o valor do resultado bruto (RB) menos o total de erros ($RL = RB - TE$). No resultado líquido avalia-se o total de sinais assinalados corretamente. Indica a atenção concentrada do sujeito.

- **Cálculo da amplitude de oscilação do desempenho (AO):** Para determinar a AO, deve-se inicialmente identificar a linha em que o sujeito conseguiu examinar o maior número de sinais e aquela que examinou o menor número, subtrai-se o valor menor do maior. A diferença entre o resultado de ambas as linhas é a amplitude de oscilação.

2 Teste t pareado

O teste t pareado é utilizado para analisar o mesmo conjunto de itens que foram medidos sob duas condições diferentes (NAZARETH, 1996). Pode ser utilizado, por exemplo, para medir os dados obtidos sobre o mesmo assunto antes e depois de um tratamento. Para o teste t pareado é preciso determinar um nível de confiança. Para os testes realizados nesta pesquisa utilizou-se um nível de confiança de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir, será demonstrado os resultados dos testes de atenção concentrada D2. Os dados apresentados representam todos os indicadores obtidos por meio da aplicação do teste, sendo eles: análise da rapidez, atenção concentrada, rapidez acompanhada de precisão e amplitude de oscilação.

O quadro 1 esboça um comparativo do Resultado Bruto, comparando o resultado inicial obtido pela aplicação do teste antes da realização do projeto de robótica, com os resultados após

o projeto de robótica que norteia esta pesquisa. O dados apresentados são para o resultado bruto e o percentil RB (resultado bruto), que no teste D2 é o indicador que avalia a rapidez em atividades que exigem atenção.

Quadro 1 – Dados do Resultado Bruto - RB obtido pelo teste D2

SUJEITO	RESULTADO BRUTO PRÉ-PROJETO	RESULTADO BRUTO PÓS-PROJETO	PERCENTIL RESULTADO BRUTO PRÉ-PROJETO	PERCENTIL RESULTADO BRUTO PÓS-PROJETO
GRUPO PARTICIPANTES				
A1	421	569	50	70
A2	476	538	70	95
A3	441	524	60	90
A4	350	339	20	10
A5	581	645	99	99
A6	462	453	70	60
A7	419	552	50	95
A8	571	650	99	99
A9	360	506	10	90
GRUPO CONTROLE				
A10	446	520	60	90
A11	348	406	20	40
A12	460	472	70	70
A13	389	459	30	70
A14	415	419	50	50
A15	352	447	20	60
A16	555	652	95	99
A17	431	479	50	75
A18	209	268	1	5

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Analisando os dados do quadro 1, no grupo participantes 5 sujeitos tiveram uma elevação de percentil (A1, A2, A3, A7 E A9), 2 sujeitos preservaram seus percentis (A8 E A5) e 2 sujeitos diminuíram seus percentis (A4 e A6) no indicador resultado bruto. No grupo de controle, 8 sujeitos tiveram um aumento no percentil e 1 sujeito manteve o percentil (A12).

Ainda sobre o resultado obtido com o teste D2 para o resultado bruto, porém analisando as médias realizada com os dados por grupo de controle e participantes constata-se que a média final (pós aplicação do projeto) do grupo de participantes teve um aumento de 17% se comparado com a média inicial (pré aplicação do projeto de robótica). A média inicial foi 453,4 e a média final foi de 530,7. Já o grupo de controle teve um aumento de 14,3% entre as aplicações, sendo a média inicial com 400,6 e a final com 458.

Ao analisar os dados dos grupos, ambos os grupos tiveram uma diferença significativa entre ambas as médias para o resultado bruto. O indicador de rapidez avalia somente os sinais avaliados independente se foram assinalados corretamente ou não, é uma avaliação do tipo quantitativo proposto pelo teste.

O quadro 2 apresenta os resultados para o resultado líquido e seus percentis, indicador que avalia a rapidez em atividades que exijam atenção concentrada.

Quadro 2 – Dados do Resultado Líquido - RL obtido pelo teste D2

SUJEITO	RESULTADO LÍQUIDO PRÉ-PROJETO	RESULTADO LÍQUIDO PÓS-PROJETO	PERCENTIL RESULTADO LÍQUIDO PRÉ-PROJETO	PERCENTIL RESULTADO LÍQUIDO PÓS-PROJETO
GRUPO PARTICIPANTES				
A1	409	559	50	80
A2	460	532	80	99
A3	421	517	60	95
A4	335	338	20	20
A5	557	627	99	99
A6	440	438	70	70
A7	414	552	60	99
A8	546	627	95	99
A9	358	504	25	99
GRUPO CONTROLE				
A10	437	515	70	95
A11	348	403	20	50
A12	419	444	20	70
A13	351	404	25	50
A14	324	397	20	50
A15	335	407	20	60
A16	495	580	90	99
A17	411	469	60	80
A18	208	251	1	5

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Conforme demonstra o quadro 2, no grupo de participantes 6 sujeitos tiveram uma elevação no percentil (A1, A2, A3, A7, A8 E A9) e 3 sujeitos preservaram seus percentis no quesito resultado líquido (A4, A5 E A6). No grupo de controle, todos os sujeitos tiveram uma elevação em seus percentis. Neste indicador as médias de ambos os grupos também tiveram uma elevação. A média do grupo de participantes teve um aumento de 25,5% (415,5 média inicial e 521,6 média final) e o grupo de controle teve um aumento de 16,3% entre as aplicações (369,6 e 430 a média inicial e final respectivamente).

Analisando os dados dos indicadores para o resultado Bruto e líquido que avaliam a rapidez dos indivíduos em tarefas que exigem atenção observa-se que considerando os resultados individuais, ou seja por indivíduo, os sujeitos do grupo de controle tiveram um resultado mais eficaz do que os sujeitos do grupo de participantes, fato que pode ser argumentado porque as aulas do projeto, bem como a utilização da robótica em um aspecto geral, faz com que alunos realizem as atividades com o foco da atenção aos detalhes, perspectiva que segundo Consenza (2011) pode influenciar diretamente na rapidez, pois a atenção aos detalhes faz com que o sujeito realize as atividades de forma mais lenta. Isso pode justificar os resultados obtidos no teste de atenção concentrada D2 desta pesquisa, na qual os alunos do grupo de controle tiveram um melhor rendimento nos indicadores quantitativos no teste Resultado Bruto e Líquido, avaliados pelos indicadores do teste.

Na sequência, o quadro 3 apresenta os resultados para o percentual de erros, este indicador avalia a rapidez acompanhada de precisão, é definido pela porcentagem de erros que é calculada pela fórmula: $E\% = 100 \times TE/RB$ (sendo que: TE=Total de erros;

RB=Resultado bruto).

Quadro 3 – Resultados da taxa de erros obtido pelo teste D2

SUJEITO	TAXA DE ERROS PRÉ-PROJETO	TAXA DE ERROS PÓS-PROJETO	PERCENTUAL DE ERROS (E%) PRÉ-PROJETO	PERCENTUAL DE ERROS (E%) PÓS-PROJETO	PERCENTIL E% PRÉ-PROJETO	PERCENTIL E% PÓS-PROJETO
GRUPO PARTICIPANTES						
A1	12	10	2,85	1,76	50	75
A2	16	6	3,36	1,12	50	90
A3	20	7	4,54	1,34	50	90
A4	15	1	4,29	0,29	50	90
A5	24	16	4,13	2,48	50	75
A6	24	15	5,19	3,64	25	50
A7	5	0	1,19	0,00	90	90

A8	25	23	4,38	3,54	50	50
A9	2	2	0,55	0,39	90	90
GRUPO CONTROLE						
A10	9	5	2,02	0,96	75	90
A11	0	3	0,00	0,74	90	90
A12	41	28	8,91	5,93	10	25
A13	38	55	9,8	12,0	10	10
A14	91	28	21,9	6,7	10	25
A15	17	40	4,83	8,95	25	10
A16	61	72	11,0	11,0	10	10
A17	20	10	4,64	2,09	50	75
A18	1	17	0,48	6,34	90	25

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

O quadro 3 demonstra que no grupo participantes, 6 sujeitos tiveram uma elevação do percentil E% (A1, A2, A3, A4, A5 e A6) e 3 sujeitos preservaram seus percentis (A7, A8 e A9) no quesito rapidez acompanhada de precisão. No grupo de controle, 4 sujeitos tiveram uma elevação no percentil E% (A10, A12, A14 e A17), 3 preservaram o percentil (A11, A13 e A16) e 2 tiveram uma diminuição em seus percentis (A15 e A18) na avaliação do desempenho rapidez acompanhada de precisão.

Analisando os valores por grupo e quantificando-os em médias do percentual de erros quanto as aplicações do Pré-projeto e Pós-Projeto, constata-se que ambos os grupos tiveram uma diminuição. A média do grupo de participantes teve uma diminuição de 52,2% (3,38 média inicial e 1,61 média final) e o grupo de controle teve uma diminuição de 13,8% entre as aplicações (7,06 e 6,07 as médias inicial e final respectivamente). Ao analisar os dados com a utilização da estatística, os mesmos foram submetidos ao teste T para comprovar se houve significância. O valor p do teste para o grupo de participantes foi de 0,00224 e para o grupo de controle o valor de P foi de 0,63967. Ao analisar os resultados do teste t pareado, somente o grupo de participantes apresentou o *valor de p* menor do que 0,05. Já o grupo de controle de acordo com o teste t pareado apresentou o p -valor superior à 0,05. Diante disto, consta-se que houve significância entre as médias inicial e final apenas para o grupo dos participantes.

O indicador de precisão em atividades que exigem atenção concentrada é considerado um indicador qualitativo da atenção concentrada dos sujeitos, avalia a capacidade do sujeito em realizar as atividades com rapidez e precisão. Neste indicador, o grupo de participantes teve um

resultado mais significativo do que o grupo de controle, embora 3 dos sujeitos permaneceram com o percentil igual, todos apresentaram uma melhora na precisão, avaliada pelo percentual de erros. Se for analisada a média por grupo pode-se verificar que o grupo de participantes teve uma melhora na precisão, na qual se obteve uma diminuição da média por grupo de 52%. O grupo de controle, teve uma diminuição na média de 13,8%. Ao submeter as médias ao teste t pareado constatou-se que somente o grupo de participantes, em uma análise estatística, teve uma melhora significativa entre as médias.

Ainda que os sujeitos da pesquisa se encontram em fase de desenvolvimento das funções executivas, que contribuem diretamente na atenção, autores como Matlin (2003), Consenza (2011) e Diamond (2013) enfatizam a importância do ambiente no aprimoramento da atenção, enfatizando que podem contribuir de forma significativa para o seu desenvolvimento, até mesmo na vida adulta. Luria (1991) e Benczik (2000) corroboram com este argumento, e destacam ainda que ambiente físico e a interação social podem favorecer condições para que o desenvolvimento da atenção do indivíduo ocorra de forma que o mesmo possa usufruir desta habilidade no processo cognitivo, na aprendizagem. Neste aspecto, de acordo com a percepção do autor e confrontando com os resultados obtidos no indicador de precisão do teste D2, qual ao ser observado de forma individual e coletivo, constatou-se de que o grupo de participantes, analisando de obteve um resultado mais expressivo do que o grupo de controle com sujeitos da mesma idade, escolaridade e perfil. Há evidências de que o ambiente proporcionado aos alunos do grupo de participantes por meio do projeto de robótica, contribuiu para o desenvolvimento do indicador de precisão, que se caracteriza pela ação dos alunos realizarem as atividades voltando a sua atenção para os detalhes.

Quadro 4 – Dados da Amplitude de oscilação obtido pelo teste D2

SUJEITO	RESULTADO AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO PRÉ-PROJETO	RESULTADO AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO PÓS-PROJETO	PERCENTIL AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO PRÉ-PROJETO	PERCENTIL AMPLITUDE DE OSCILAÇÃO PÓS-PROJETO
GRUPO PARTICIPANTES				
A1	11	9	75	90
A2	13	10	50	75
A3	16	9	50	90
A4	14	10	50	75
A5	21	6	25	90
A6	19	15	25	50
A7	13	15	50	50

A8	14	3	50	90
A9	14	12	50	75
GRUPO CONTROLE				
A10	15	16	50	50
A11	12	11	75	75
A12	23	23	10	10
A13	18	16	50	50
A14	47	28	10	10
A15	19	12	25	75
A16	13	3	50	90
A17	23	22	10	10
A18	17	5	50	90

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

A amplitude de oscilação avalia o ritmo de trabalho, quanto mais baixo o indicador mais o sujeito manteve um ritmo de trabalho estável sem muitas oscilações, mostrando assim a sua capacidade de se manter concentrado em apenas uma atividade. Analisando os resultados por sujeito, no grupo de participantes 8 sujeitos tiveram uma elevação do percentil e 1 sujeito (A7) preservou o seu percentil no quesito estabilidade/ritmo de trabalho. No Grupo de controle, 3 sujeitos tiveram um aumento (A15, A16 e A18) e 6 sujeitos (A10, A11, A12, A13, A14 e A17) preservaram os seus percentis na avaliação de estabilidade/ritmo de trabalho. Neste indicador as médias de ambos os grupos tiveram uma diminuição. A média do grupo de participantes teve uma diminuição de 34% (15,0 para 9,9) e o grupo de controle 32% (20,8 para 14,1).

Os dados apresentados no quadro 5 foram analisados comparando os resultados entre a 1ª e 2ª aplicação do teste de atenção concentrada D2 para os indicadores de precisão (percentil E%) e ritmo de trabalho (percentil AO), os indicadores nesta análise foram utilizados de forma concomitante e indicam o desempenho qualitativo da concentração do aluno.

Quadro 5 – Comparativo entre os resultados da aplicação inicial e final para os indicadores qualitativos obtidos no teste D2

GRUPO DOS PARTICIPANTES DO PROJETO DE ROBÓTICA						
SUJEITO	PRECISÃO			ESTABILIDADE/RITMO DE TRABALHO		
	AUMENTO DO PERCENTIL	MANTEVE O PERCENTIL	DIMINUIÇÃO DO PERCENTIL	AUMENTO DO PERCENTIL	MANTEVE O PERCENTIL	DIMINUIÇÃO DO PERCENTIL
A1	X			X		
A2	X			X		
A3	X			X		
A4	X			X		
A5	X			X		
A6	X			X		
A7		X			X	
A8		X		X		
A9		X		X		
GRUPO DE CONTROLE						
A10	X				X	
A11		X			X	
A12	X				X	
A13		X			X	
A14	X				X	
A15			X	X		
A16		X		X		
A17	X				X	
A18			X	X		

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

O quadro 5 acima aponta que o no grupo de participantes, 6 sujeitos (A1, A2, A3, A4, A5 e A6) tiveram uma elevação em seus percentis levando em consideração os indicadores de precisão e ritmo de trabalho. Um sujeito (A7) manteve os mesmos índices para ritmo e precisão e 2 sujeitos (A8 e A9) mantiveram seus índices de precisão e conseguiram aumentar os índices do ritmo de trabalho. No grupo de controle, nenhum dos sujeitos conseguiu melhorar o percentil de precisão concomitante com o ritmo de trabalho, 2 sujeitos (A11 e A13) mantiveram os mesmos índices para ritmo e precisão, 4 sujeitos (A10, A12, A14 e A17) melhoram seus índices de precisão, mas não conseguiram aumentar os índices do ritmo de trabalho e 3 sujeitos (A15 e A16) melhoraram o ritmo, porém não conseguiram aumentar o índice de precisão. Diante disso observa-se que no grupo de participantes 66% dos participantes aumentaram seus percentis para ambos os indicadores, enquanto no grupo de controle nenhum sujeito conseguiu melhorar os indicadores para ambos os índices.

Pode-se observar pelos dados acima demonstrados, que nos indicadores qualitativos da atenção concentrada avaliados no teste de atenção concentrada D2, os sujeitos do grupo

dos participantes tiveram um resultado mais relevante se comparado com o grupo de controle. Neste âmbito, com base na observação e concepção do autor, os indicadores qualitativos avaliados no teste D2, a precisão e a amplitude de oscilação, que dizem respeito à realização de atividades com a atenção mantida a uma atividade apenas e realização com elevado índice de precisão, foram os indicadores mais estimulados durante as aulas do projeto de robótica, que traz evidências que podem ter contribuído para o melhor resultado do grupo dos participantes. Ainda, ao término do projeto, os alunos participantes foram interrogados sobre se observaram uma melhora na capacidade de concentração por meio da utilização da robótica educacional. As respostas apontaram que 8 dos 9 sujeitos participantes afirmaram ter percebido algum tipo de melhora na concentração, relatando principalmente pelos sujeitos como a capacidade de melhora na observação a detalhes ao seu redor, alguns disseram que agora apresentam mais facilidade para se concentrar, para assistir uma aula, por exemplo.

Ainda que, fatores como a maturação biológica e as experiências escolares podem influenciar os resultados obtidos na pesquisa (RAMOS, 2018), tendo em vista que os sujeitos da pesquisa ainda estão em fase de desenvolvimento da atenção, há algumas evidências de que a robótica pode contribuir para o desenvolvimento da atenção concentrada dos sujeitos participantes, uma dessas evidências é que os alunos participantes não realizam nenhuma outra atividade curricular extra além das aulas de robótica. Outra se diz respeito a prática adotada nas aulas do projeto de robótica na qual as atividades exigem a todo momento a concentração do aluno na montagem e programação dos protótipos robóticos. Uma vez que o aluno se distrai com alguns estímulos externos ou internos na hora da montagem ou programação, faz influenciar na colocação de uma peça errada, ou esquecendo de colocar uma peça pode comprometer todo o funcionamento do robô, fazendo com que, muitas vezes, o mesmo precise ser remontado desde o começo ou reprogramado novamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho investigou indicativos relacionados à melhora da atenção concentrada em um projeto de robótica educacional no ensino médio de escolas públicas do município de Porto União – SC. Participaram da pesquisa 19 alunos do ensino médio, quais foram separados em grupos, definidos como participantes e controle.

Partindo-se da hipótese de que a robótica pode contribuir para o desenvolvimento ou aprimoramento da atenção concentrada dos sujeitos, em seu escopo esta pesquisa traz evidências por meio dos resultados obtidos nos instrumentos utilizados, que a robótica educacional

foi uma ferramenta que pode contribuir para que os alunos do grupo de participantes tivessem um aumento significativo da qualidade da atenção concentrada, principalmente nos indicadores de precisão e amplitude de oscilação, que se diz respeito ao aluno fazer as atividades com uma taxa mínima de erros, observando os detalhes e empregando a capacidade da atenção seletiva e concentrada para apenas uma única atividade. Alguns fatores evidenciam que as aulas do projeto de robótica foi a responsável por contribuir para o desenvolvimento da atenção concentrada dos sujeitos participantes, um deles é que os alunos participantes não realizam nenhuma outra atividade curricular extra além das aulas de robótica. Outro fator é a prática adotada nas aulas do projeto de robótica na qual as atividades exigiam a todo momento a concentração do aluno na montagem e programação dos protótipos robóticos, propiciando assim, um ambiente que em algum grau contribuiu para o desenvolvimento da atenção concentrada dos alunos.

Os indicadores quantitativos, que no teste se diz respeito a rapidez do sujeito na realização das atividades, não foi explorado nas atividades da proposta de intervenção caracterizado pela aplicação das aulas de robótica, até pelo contrário, as atividades do projeto incentivavam a sua realização detidamente, para que se possam ser observados ao máximo os detalhes, evitando possíveis erros na montagem ou programação dos robôs, fato que pode ter contribuído para que os percentis dos sujeitos do grupo de participantes se mantivessem ou tivessem uma leve melhora, porém não tão significativa como aconteceu no grupo de controle.

Os resultados desta pesquisa mostraram que a robótica educacional tem um grande potencial para melhorar a concentração dos alunos. Mas, com isto, ainda não se pode fazer conclusões generalizadas, do tipo afirmativa, de que a robótica contribuir para a melhora da concentração, pois se trata de um projeto isolado, sendo necessário para trabalhos futuros e como sugestão para outros pesquisadores, repetir os procedimentos utilizando outros testes que avaliem a atenção concentrada, com uma amostragem maior com sujeitos de faixas etárias e escolaridade diferentes para se ter maior validade da contribuição da robótica para atenção concentrada dos alunos.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Renata Silva. **Estudo de padronização, validade e precisão do teste de atenção concentrada d2-R**. 2016. 125 f. Tese (Doutorado) - Curso de Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

BENCZIK, Edyleine Bellini Peroni. **Transtorno de déficit de atenção/hiperatividade**: atualização diagnóstica e terapêutica: características, avaliação, diagnóstico e tratamento: um guia de

orientação para profissionais/ Colaboradores Luís Augusto P. Rohde, Marcelo Schimitz - São Paulo: Casa do Psicólogo, 2000.

BRICKENKAMP, Rolf. Teste d2: **Atenção concentrada**: Manual, instruções, avaliação, interpretação. São Paulo: Centro Editor de Testes e pesquisas em Psicologia, 2000.

COHEN, L. **Experiments, quasi-experiments, single-case research and meta**

analysis (Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. in Eds) Research methods in education.(6th eds.). 2007.

CONSENZA, Ramon M. **Neurociência e Educação**: Como o cérebro aprende/ Ramon M. Consenza, Lemon B. Guerra - Porto Alegre: Artmed,2011.

DIAMOND, A. **Controle cognitivo e autorregulação em crianças pequenas**: Maneiras de melhorá-los e por que [exibição de slides]. Em: Tremblay RE, Boivin M,

Peters RDeV, eds. Morton JB, ed. tema. Enciclopédia sobre o Desenvolvimento na Primeira Infância [on-line]. <http://www.encyclopedia-crianca.com/funcoesexecutivas/segundo-especialistas/controlcognitivitorregulacao-em-criancas-pequenas>. Publicado: Janeiro 2013 (Inglês). Consultado: 17/05/2018.

GAZZANIGA, Michael S.; IVRY, Richard B.; MANGUN, George Ronald. **Neurociência cognitiva**: a biologia da mente. Artmed, 2006.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

LURIA, A.R. **Curso de Psicologia Geral**. 2. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.

MAISONNETTE, Rogers. **A utilização dos recursos informatizados a partir de uma relação inventiva com a máquina**: a robótica educativa. PROINFO-Programa Nacional de Informática na Educação, Curitiba-PR, p. 35, 2002.

MATLIN, M.W. (2003). **Psicologia Cognitiva**. 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC Editora.

MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. Verbetes robótica educacional. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - Educabrazil**. São Paulo: Midiamix, 2015. Disponível em: <<http://www.educabrazil.com.br/robotica-educacional/>>. Acesso em: 10 de jan. 2020.

NAZARETH, Helenalda Resende de Souza. **Curso básico de estatística**. 8. ed. São Paulo: Ática, 1996.

ORTOLAN, I. T., **Robótica Educacional**: uma experiência construtiva. 102p.Dissertação. (Mestrado em Ciência da Computação) – UFSC, Florianópolis, 2003.

PAPERT, Seymour. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

RAMOS, Daniela Karine; SEGUNDO, Fabio Rafael. **Jogos Digitais na Escola**: aprimorando a atenção e a flexibilidade cognitiva. Educação & Realidade, v. 43, n. 2, p. 531-550, 2018.

SANTIN, Mateus Madail; SILVA, João Alberto da; BOTELHO, Silvia Silva da Costa. **TOPOBO: Aspectos motivacionais do uso da robótica com crianças**. 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufrgs.br/renote/article/view/36405>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva** (M. R. B. Osório, Trad.). Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

TORTELLI, Luana et al. **Robótica como alternativa nos processos educativos da Educação Infantil e dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. In: XVIII Congresso Argentino de Ciências de la Computación. 2012.

ZILLI, Silvana do Rocio. **A Robótica Educacional no Ensino Fundamental**: Perspectivas e Prática. 2004. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

