



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

A PROGRAMAÇÃO DE ROBÔS NO DESENVOLVIMENTO DA CAPACIDADE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Ana Filipa Barbosa Lima



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

Ana Filipa Barbosa Lima

A programação de robôs no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas

Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação

Trabalho efetuado sob a orientação do(a)
Doutora Elisabete Ferraz da Cunha

fevereiro de 2023

RESUMO

O presente estudo foi realizado no âmbito da Unidade Curricular Dissertação/Projeto, que integra o Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação em Educação. Centrou-se na área da Matemática e teve como intuito perceber a influência da criação de ambientes de aprendizagem, norteados pelo princípio da sustentabilidade, que recorrem a metodologias ativas e aos princípios da Educação STEAM para envolver os alunos na programação de robôs para o desenvolvimento da capacidade de Resolução de Problemas. Para isso foram delineadas as seguintes questões orientadoras: (1) Como se caracterizam as estratégias de resolução de problemas utilizadas?; (2) Como se caracterizam as práticas de pensamento computacional utilizadas?; (3) Como se caracterizam as dificuldades que emergem na resolução dos problemas com robôs? e (4) Como se caracteriza o envolvimento dos alunos?

Atendendo ao problema e às questões de investigação foi delineada uma sequência didática que integrou quatro projetos e optou-se por uma metodologia de investigação qualitativa, com um design de estudo de caso. A recolha de dados realizou-se numa turma do 1.º ano de escolaridade através da observação participante, da análise de entrevistas, dos documentos elaborados pelos participantes, dos registos fotográficos e vídeos.

A análise dos dados permitiu verificar que os ambientes de aprendizagem criados envolveram os alunos num contexto real e que se revelou significativo para as crianças. Tendo esta abordagem contribuído para que os alunos mantivessem a motivação e o empenho durante a realização das tarefas, mobilizando de forma integrada conhecimentos das diferentes áreas da Educação STEAM. Do mesmo modo, foi evidente a evolução dos alunos na utilização de uma diversidade de estratégias de resolução de problemas. Verificou-se ainda o desenvolvimento integrado de práticas de pensamento computacional, destacando-se a decomposição, a definição de algoritmos e o desenvolvimento de hábitos de depuração. As dificuldades identificadas relacionam-se com as primeiras experiências de programação de cada novo robô e também as que resultaram da falta de acesso à internet, provocando sentimentos de frustração nos alunos.

Palavras-chave: Resolução de problemas, Pensamento Computacional, Programação Tangível, Modelo STEAM.

ABSTRACT

The present study was carried out in the scope of the Curricular Unit Dissertation/Project, which integrates the master's degree in Information and Communication Technologies in Education. The focus of this study investigation is on the area of Mathematics and intended to understand the influence of the creation of learning environments, guided by the principle of sustainability, using active methodologies and the principles of STEAM Education, to involve students in the programming of robots for the development of Problem-Solving skills. To this purpose, the following guiding questions were outlined: (1) How to characterize the used problem-solving strategies?; (2) How to characterize the used computational thinking practices?; (3) How to characterize the difficulties which emerge when solving problems using robots? (4) How to characterize student involvement?

Given the problem and the research questions, a didactic sequence integrating four projects was designed and a qualitative research methodology with a case study design was chosen. The data collection took place in a 1st grade class through participant observation, analysis of interviews, documents produced by the participants, photographic and video records.

The data analysis allowed the verification that the learning environments created involved the students in a real and meaningful context. This approach contributed to the students' motivation and commitment during the tasks, mobilising knowledge from different areas of STEAM education in an integrated way. In the same way, it was evident the evolution of the students in the use of a diversity of problem-solving strategies. There was also the integrated development of computational thinking practices, especially decomposition, the definition of algorithms and the development of debugging habits. The difficulties identified were related to the first programming experiences of each new robot and those resulting from the lack of internet access, causing feelings of frustration in the students.

Keywords: Problem Solving, Computational Thinking, Tangible Programming, STEAM Model.

Lista de abreviaturas

AE- Aprendizagens Essenciais

AEI – Ambientes Educativos Inovadores

ABP – Aprendizagem Baseada em Projetos

IA- Inteligência Artificial

IAVE – Instituto de Avaliação Educativa

CMIA- Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental

GIRP – Grupo de Investigação Resolução de Problemas

NGSS - Next Generation Science Standards

NCTM- Conselho Nacional de professores de matemática

OC- Orientações Curriculares

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

ONU- Organização das Nações Unidas

PASEO – Perfil dos Alunos à Saída do Ensino Obrigatório

PC – Pensamento Computacional

PISA- Programme International Student Assessment

PLB – Projects Based Learning

RCAEMEB - Grupo de Trabalho da Revisão Curricular das Aprendizagens Essenciais de Matemática para o Ensino Básico

RIPA- Relatório Individual das Provas de Aferição

REPA – Relatório de Escola das Provas de Aferição

STEAM – Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics

STEM – Science, Technology, Engineering and Mathematics

TIC- Tecnologias da Informação e da Comunicação

UNESCO-United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

Índice

RESUMO	I
ABSTRACT	III
LISTA DE ABREVIATURAS	V
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE TABELAS.....	XIII
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	- 1 -
1.1 PERTINÊNCIA DO ESTUDO	- 1 -
1.2 PROBLEMA E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO	- 4 -
1.3 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	- 4 -
CAPÍTULO II - ENQUADRAMENTO TEÓRICO	- 7 -
2.1 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS – ORIENTAÇÕES CURRICULARES.....	- 7 -
2.2. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	- 11 -
2.2.1. O QUE É UM PROBLEMA?	- 11 -
2.2.2 PROBLEMA, EXERCÍCIO OU INVESTIGAÇÃO?	- 11 -
2.2.3 ELEMENTOS ESSENCIAIS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	- 13 -
2.2.4 DIFICULDADES NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	- 14 -
2.2.5 TIPOLOGIAS DE PROBLEMAS, MODELO DE PÓLYA E ESTRATÉGIAS	- 15 -
2.2.6 ATITUDES E FATORES INERENTES À RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	- 18 -
2.2.7 A UTILIZAÇÃO DAS TIC NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	- 20 -
2.3. METODOLOGIAS ATIVAS.....	- 21 -
2.3.1 O PAPEL DO PROFESSOR E DO ALUNO	- 22 -
2.4 MODELO EDUCATIVO STEAM	- 24 -
2.4.1 IMPLEMENTAÇÃO STEAM EM CONTEXTO EDUCATIVO.....	- 26 -
2.5. O QUE É A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS?.....	- 26 -
2.5.1 ORIGEM DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS	- 27 -
2.5.2 PRINCÍPIOS DA ABP	- 28 -
2.5.3 ETAPAS DA ABP	- 29 -
2.5.3.1 TRABALHO COLABORATIVO E FORMAÇÃO DE GRUPOS.....	- 34 -
2.6 PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	- 35 -
2.6.1 ORIGENS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	- 36 -
2.6.2 DIMENSÕES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	- 38 -
2.6.3. PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO CURRÍCULO.....	- 40 -
2.6.4 COMO PODE SER DESENVOLVIDO O PENSAMENTO COMPUTACIONAL?	- 42 -

2.6.4.1 CODIFICAÇÃO <i>UNPLUGGED</i>	- 43 -
2.6.4.2 PROGRAMAÇÃO VISUAL	- 44 -
2.6.4.3 PROGRAMAÇÃO TANGÍVEL.....	- 45 -
2.6.4.4 APLICAÇÃO DE ROBÔS COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA.....	- 46 -
2.6.4.4.1 TIPOLOGIAS DE ROBÔS.....	- 47 -
2.7 ESTUDOS EMPÍRICOS	- 50 -
CAPÍTULO III – METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO.....	- 53 -
3.1 CARACTERÍSTICAS DA INVESTIGAÇÃO.....	- 53 -
3.1.1 NATUREZA DA INVESTIGAÇÃO.....	- 54 -
3.1.1.1 ESTUDO DE CASO.....	- 55 -
3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLHA DE DADOS.....	- 56 -
3.2.1 OBSERVAÇÃO - DIÁRIO DE BORDO.....	- 57 -
3.2.2 INQUIRÇÃO - INQUÉRITO POR QUESTIONÁRIO OU ENTREVISTA	- 57 -
3.2.3 RECOLHA DOCUMENTAL.....	- 62 -
3.3 ESQUEMA DE INVESTIGAÇÃO	- 62 -
3.4 ANÁLISE DOS DADOS	- 63 -
3.5 CARATERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES E DO CONTEXTO DE ESTUDO	- 64 -
3.6 IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	- 66 -
3.6.1 PROBLEMA I	- 69 -
3.6.2 PROBLEMA II	- 69 -
3.6.3 PROBLEMA III	- 71 -
3.6.4 PROBLEMA IV	- 73 -
CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	- 79 -
4.1 PROBLEMA I	- 80 -
4.1.1 REFLEXÃO.....	- 82 -
4.2 PROBLEMA II	- 83 -
4.2.1 REFLEXÃO.....	- 88 -
4.3 PROBLEMA III	- 88 -
4.3.1 REFLEXÃO.....	- 93 -
4.4 PROBLEMA IV	- 95 -
4.4.1 REFLEXÃO.....	- 105 -
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES	- 107 -
5.1 SÍNTESE DO ESTUDO	- 107 -
5.2. CONCLUSÕES DO ESTUDO.....	- 108 -
5.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	- 110 -

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	- 111 -
ANEXO I	- 115 -

Lista de Figuras

FIGURA 1 - ESTRUTURAÇÃO DA EXPLORAÇÃO DE UMA TAREFA	- 8 -
FIGURA 2 - DIFERENTES TIPOS DE TAREFA	- 12 -
FIGURA 3 - DIAGRAMA DAS DIFERENTES TIPOLOGIAS DE PROBLEMAS	- 16 -
FIGURA 4 - ETAPAS ORIENTADORAS DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	- 18 -
FIGURA 5 - DIAGRAMA STEAM	- 25 -
FIGURA 6 - ETAPAS DA ABP	- 29 -
FIGURA 7 - PERCURSO DA ABP.....	- 32 -
FIGURA 8 - DOMÍNIOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL.....	- 35 -
FIGURA 9 - TARTARUGA ROBÔ BASEADA NO ROBÔ DE WILLIAN GREY WALTER	- 37 -
FIGURA 10 - INSTRUÇÕES SIMPLES EM LINGUAGEM LOGO (PAPERT, 1967).....	- 37 -
FIGURA 11-PROGRAMAÇÃO VISUAL NO SCRATCH JUNIOR	- 38 -
FIGURA 12 - APRENDIZAGEM TRANSVERSAL.....	- 40 -
FIGURA 13 - EXEMPLOS DE ROBÔS QUE POSSIBILITAM A PROGRAMAÇÃO TANGÍVEL.....	- 46 -
FIGURA 14 - EXEMPLO DE COMANDO DE TECLAS DE PROGRAMAÇÃO DE ROBÔS.....	- 48 -
FIGURA 15 - DIAGRAMA DE VENN DOS DIFERENTES TIPOS DE ROBÔS.....	- 48 -
FIGURA 16 - TIPOS DE ENTREVISTA.....	- 59 -
FIGURA 17 - CRONOGRAMA DA INVESTIGAÇÃO	- 63 -
FIGURA 18 - “A OVELHINHA PRETA”	- 68 -
FIGURA 19 - EXERCÍCIO DO MANUAL.....	- 68 -
FIGURA 20 – MAPA DO PROBLEMA “A OVELHINHA PRETA”	- 69 -
FIGURA 21 - PROGRAMAÇÃO ROBÔ DOC	- 70 -
FIGURA 22 - ECOPONTOS.....	- 70 -
FIGURA 23 - MALHA QUADRICULADA DO PROBLEMA RECICLAGEM.....	- 70 -
FIGURA 24 - PINTURA DAS COLMEIAS	- 71 -
FIGURA 25 - MALHA QUADRICULADA COM O CENÁRIO DO JOGO	- 72 -
FIGURA 26 - LANÇAMENTO DO DADO	- 73 -
FIGURA 27 - PROGRAMAÇÃO BEE-BOT	- 73 -
FIGURA 28 - PROGRAMAÇÃO APICULTOR	- 73 -
FIGURA 29 – MALHA QUADRICULADA PARA PROJETAR A CASA.....	- 74 -
FIGURA 30 - PROJETO C1	- 75 -
FIGURA 31 - PROJETO C2	- 75 -
FIGURA 32 - REVESTIMENTO EM PLÁSTICO	- 75 -
FIGURA 33 - APLICAÇÃO DO LED.....	- 75 -
FIGURA 34 - PROGRAMAÇÃO DE MÚSICAS.....	- 76 -
FIGURA 35 - PROGRAMAÇÃO DE ÍCONES	- 76 -
FIGURA 36 - PROGRAMAÇÃO DA TEMPERATURA	- 77 -

FIGURA 37 - EXPLORAÇÃO LIVRE.....	- 79 -
FIGURA 38 - CARREGADOR DOS ROBÔS BEE-BOT.....	- 79 -
FIGURA 39 - TREINO DA ORIENTAÇÃO ESPACIAL/LATERALIDADE.....	- 80 -
FIGURA 40 - PROGRAMAÇÃO DOS DIFERENTES GRUPOS.....	- 80 -
FIGURA 41 - TABULEIRO “A OVELHINHA PRETA” / PROGRAMAÇÃO DA RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	- 81 -
FIGURA 42 - ITINERÁRIO CORRETO.....	- 83 -
FIGURA 43 - ITINERÁRIOS PARCIALMENTE CORRETOS.....	- 84 -
FIGURA 44 - DESENHOS DE ITINERÁRIOS INCORRETOS /INCOMPLETOS.....	- 84 -
FIGURA 45 - PROGRAMAÇÃO RECICLAGEM.....	- 85 -
FIGURA 46 - VISITA DE ESTUDO AO MUSEU DO MEL AO CAULINO.....	- 89 -
FIGURA 47 - DESENHOS DAS “ABELHAS”.....	- 89 -
FIGURA 48 - PINTURA DAS COLMEIAS.....	- 90 -
FIGURA 49 - ITINERÁRIOS ALUNO A14.....	- 91 -
FIGURA 50 - ITINERÁRIO ALUNO A18.....	- 91 -
FIGURA 51 - ITINERÁRIO ALUNO A7.....	- 91 -
FIGURA 52 - ITINERÁRIO ALUNO A21.....	- 91 -
FIGURA 53 - JOGO “CICLO DO MEL”.....	- 93 -
FIGURA 54 - PROJETO A5.....	- 96 -
FIGURA 55 - PROJETO A15.....	- 96 -
FIGURA 56 - PROJETO A19.....	- 96 -
FIGURA 57 - PROJETO A 21.....	- 96 -
FIGURA 58 - K-LINE- PROJETO C1.....	- 97 -
FIGURA 59 - K-LINE- PROJETO C2.....	- 97 -
FIGURA 60 - PROJETO K-LINE C3.....	- 97 -
FIGURA 61 - PROJETO K-LINE C4.....	- 97 -
FIGURA 62 - REVESTIMENTO EM MADEIRA.....	- 98 -
FIGURA 63 - REVESTIMENTO EM PLÁSTICO.....	- 98 -
FIGURA 64 - ARTEFACTOS PRODUZIDOS.....	- 100 -
FIGURA 65 - PROGRAMAÇÃO DA TEMPERATURA NA APLICAÇÃO “BIT: MAKE A CODE”.....	- 102 -
FIGURA 66 - REGISTOS DA TEMPERATURA.....	- 102 -

Lista de Tabelas

TABELA 1 - DIMENSÕES DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	- 39 -
TABELA 2 - ATIVIDADES QUE ENVOLVEM A CODIFICAÇÃO <i>UNPLUGGED</i>	- 43 -
TABELA 3 - TÉCNICAS QUALITATIVAS DE RECOLHA DE DADOS - INQUIRÇÃO	- 58 -
TABELA 4 - ESQUEMA DE INVESTIGAÇÃO	- 62 -
TABELA 5 - CATEGORIAS DE ANÁLISE	- 64 -
TABELA 6 - CODIFICAÇÃO DOS ALUNOS.....	- 65 -

Capítulo I - Introdução

Neste capítulo apresenta-se a pertinência do estudo, o problema e as questões orientadoras. Além disso, é revelada a organização da dissertação, descrevendo-se sucintamente os demais capítulos.

1.1 Pertinência do Estudo

Neste capítulo, explora-se a importância do estudo e a pertinência da realização desta investigação, cujo foco principal é a utilização da programação de robôs para estimular os alunos na resolução de problemas através da abordagem STEAM, em articulação com a aprendizagem baseada em projeto.

O documento “Aprendizagens Essenciais de Matemática 1.º ANO” (2022) faz referência ao documento da OCDE¹ para definir “literacia matemática” como “a capacidade de raciocinar matematicamente e interpretar e usar a Matemática na resolução de problemas de contextos diversos do mundo real” (p. 2).

Por outro lado, o documento “O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (Martins et al., 2017), homologado pelo Despacho n.º 6478/2017, 26 de julho, define entre as competências que o aluno deve desenvolver, as que estão associadas à área “raciocínio e resolução de problemas”, nomeadamente: “interpretar informação, planear e conduzir pesquisas; gerir projetos e tomar decisões para resolver problemas; desenvolver processos conducentes à construção de produtos e de conhecimentos, usando recursos diversificados” (p.23). Estas orientações do Ministério de Educação estão em consonância com as metodologias ativas e permitem que os professores adotem uma abordagem STEAM para desenvolver a capacidade de resolução de problemas. De acordo com as diretrizes estabelecidas, é fundamental que as escolas e os professores estejam preparados para capacitar os alunos em um conjunto de saberes transversais às diferentes disciplinas que integrem os Princípios, Áreas de Competências e Valores estabelecidos no documento “O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória”.

¹ <https://www.oecd.org/pisa>

Por conseguinte, de acordo com Monteiro (2017), é fundamental explorar novos ambientes de aprendizagem no contexto educativo como parte da transformação no paradigma do ensino e aprendizagem, visando-se uma adequação ao perfil e às competências do estudante do século XXI.

Para isso, deve atender-se ao documento curricular “Aprendizagens Essenciais de Matemática” (2022) que, para além de ter por objetivo promover o desenvolvimento de algumas áreas de competência presentes no PASEO, apresenta as orientações curriculares para a planificação, implementação e avaliação. De entre os objetivos gerais, que envolvem conhecimentos, capacidades e atitudes, destacam-se, em articulação com este estudo, o objetivo “3 – Desenvolver a capacidade de resolver problemas” e o objetivo “5 – Desenvolver e mobilizar o pensamento computacional”.

Perante uma análise dos resultados divulgados pelo IAVE, no “Relatório de Estudo de Aferição Amostral do Ensino Básico 2021” (Santos, 2021), Vol. 1, os resultados do 2.º ano, em 2021, foi possível constatar que um elevado número de alunos continuava a apresentar dificuldades nos diferentes domínios da disciplina de Matemática, tendo-se observado um decréscimo comparativamente ao mesmo estudo realizado em 2019.

Através da leitura atenta do IAVE - “Relatório de Aferição Amostral – 2021” - verificam-se as seguintes recomendações:

Os dados revelam, ainda, a necessidade de um trabalho regular e consistente de exploração de conceitos de geometria em contexto de resolução de problemas, a procura de uma ou várias estratégias de resolução, a aplicação da estratégia e, por fim, a verificação dos passos dados na resolução. Em contexto de sala de aula, deverá, igualmente, haver lugar à apresentação e discussão das resoluções. (Santos, 2021, p.3)

A resolução de problemas não deve ser uma capacidade a desenvolver apenas na disciplina de Matemática e deve ser transversal às outras disciplinas. É primordial que se eduquem os alunos a pensar na resolução de problemas de forma global e este princípio está já definido no documento “Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (2017).

Em linha com o referido, um dos princípios definidos no PASEO é o da “Sustentabilidade”.

G. Sustentabilidade – A escola contribui para formar nos alunos a consciência de sustentabilidade, um dos maiores desafios existenciais do mundo contemporâneo, que consiste no estabelecimento, através da inovação política, ética e científica, de relações de sinergia e simbiose duradouras e seguras entre os sistemas social, económico e tecnológico e o Sistema Terra, de cujo frágil e complexo equilíbrio depende a continuidade histórica da civilização humana. (Martins et al., 2017, p.14)

Ainda de acordo com as metas programadas pela UNESCO para a educação até 2030 - “Objetivo Sustentável 4” é fundamental que se privilegie: uma educação de qualidade e inclusiva para todos os indivíduos ao longo do percurso escolar, seja qual for o género, a origem da nacionalidade, contexto social, a etnia ou religião.

Enfrentamos uma escolha existencial: continuar em um caminho insustentável ou mudar radicalmente de rumo. Continuar no caminho atual e aceitar desigualdades e exploração inconcebíveis, a espiral de múltiplas formas de violência, a erosão da coesão social e das liberdades humanas, a destruição ambiental contínua e a perda da biodiversidade que se mostra perigosa e, talvez, catastrófica. Continuar no caminho atual e falhar em antecipar e enfrentar os riscos que acompanham as transformações tecnológicas e digitais de nossas sociedades. (Sousa, 2022, p.9)

Perante este cenário, é importante que o Ensino continue a privilegiar temáticas que eduquem os alunos para os pilares da sustentabilidade definidas pelas Nações Unidas em agenda para 2030, nas suas vertentes: social, ambiental e económica.

Nesta perspetiva, a educação deve estar preparada para estimular nos alunos a resolução criativa de problemas, o trabalho de equipa colaborativo, inclusivo, com um espírito investigador na busca de soluções para os problemas da sociedade e do planeta Terra.

Perante o que foi acima exposto, assume-se como prioridade a criação de ambientes de aprendizagem que proporcionem o desenvolvimento da capacidade de

resolução de problemas, envolvendo, de forma integrada, o desenvolvimento do pensamento computacional promovendo práticas como “abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões, a análise e definição de algoritmos, e o desenvolvimento de hábitos de depuração e otimização de processos” (Canavarro et al., 2022, p.2). nomeadamente para a resolução de problemas de programação.

1.2 Problema e Questões de Investigação

Segundo Brennan e Resnick (2018), a introdução da programação de pequenos robôs nas salas de aula, nomeadamente na disciplina de Matemática, pode constituir um recurso eficaz no desenvolvimento do pensamento computacional. Para além de desenvolver a literacia digital, os alunos podem desenvolver a capacidade de raciocínio lógico, criar e investigar estratégias de resolução de problemas de uma forma autónoma ou colaborativa, articulando aprendizagens de diferentes disciplinas.

Face ao exposto, com esta investigação, procura-se perceber a influência da criação de ambientes de aprendizagem, norteados pelo princípio da sustentabilidade, que recorrem a metodologias ativas envolvendo a programação de robôs para o desenvolvimento da capacidade de Resolução de Problemas. Para isso foram delineadas as seguintes questões de investigação:

- Como se caracterizam as estratégias de resolução de problemas utilizadas?
- Como se caracterizam as práticas de pensamento computacional utilizadas?
- Como se caracterizam as dificuldades que emergem na resolução dos problemas e na respetiva programação dos robôs?
- Como se caracteriza o envolvimento dos alunos?

1.3 Organização da Dissertação

Esta dissertação está organizada em quatro capítulos: I- Introdução, II – Enquadramento Teórico, III – Metodologia, IV – Apresentação e Discussão dos Resultados e IV - Conclusões.

A Introdução está organizada em três subcapítulos: Pertinência do Estudo; Problema e Questões de Investigação; Organização da Dissertação.

O Capítulo II encontra-se subdividido em quatro secções: Resolução de Problemas; Metodologias Ativas; Educação STEAM; Programação Tangível; A Utilização de Robôs como Ferramenta Pedagógica.

No Capítulo III, descrevem-se as opções metodológicas e o método, abordando-se: a natureza da investigação; a caracterização dos participantes e a descrição da sequência didática; as técnicas e instrumentos de recolha de dados e o esquema de investigação; justifica-se o tratamento dos dados, explicitando-se as categorias de análise.

No Capítulo IV – Apresentação e Análise dos Resultados - descrevem-se e interpretam-se os resultados da turma, recolhidos através dos diferentes instrumentos e em função das categorias de análise consideradas.

No último Capítulo – Conclusões - apresentam-se os principais resultados do estudo e limitações.

Capítulo II - Enquadramento teórico

2.1 Resolução de problemas – orientações curriculares

A resolução de problemas é uma capacidade, de carácter transdisciplinar, que é essencial desenvolver nos alunos não só no âmbito da disciplina de Matemática, mas também em todas as outras disciplinas do currículo escolar.

2.1.1 A Resolução de Problemas no Desenvolvimento Integral dos Alunos

No documento “Aprendizagens Essenciais de Matemática para o Ensino Básico” (2022), cita-se o relatório do programa PISA, elaborado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), no qual se destaca a importância da “literacia matemática” e realça que a “capacidade de raciocinar matematicamente, interpretar e usar a Matemática na resolução de problemas de contextos diversos do mundo real, é crucial para que cada pessoa possa viver e atuar socialmente de modo informado, contributivo, autónomo e responsável” (Canavarro et al., 2022, p.2).

O documento acima citado valoriza a literacia matemática como uma das competências fundamentais para aprender matemática no século XXI. Esta competência integra objetivos que devem ser adquiridos pelos alunos e que incluem, transversalmente, “conhecimentos, capacidades e atitudes”.

Os oito objetivos acima referidos e interligados à literacia matemática pressupõem que os alunos: 1. Desenvolvam uma atitude positiva para aprender Matemática, aumentando o gosto dos alunos pela disciplina; 2. Compreendam e utilizem conhecimentos matemáticos, com fluência e rigor, em diversas situações do quotidiano; 3. Desenvolvam a capacidade de resolver problemas em diversas situações e contextos, atribuir-se a resolução de problemas como uma “atividade central” da Matemática; 4. Desenvolvam a capacidade de raciocinar matematicamente, de modo a que compreendam o “porquê” da validação das conjecturas e raciocínios; 5. Desenvolvam o pensamento computacional e adquiram as práticas que integram esta capacidade, nomeadamente: a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões, a sentido dos algoritmos; 6. Comunicar matematicamente de modo a promover a aprendizagem colaborativa e a compreensão

matemática; 7. Desenvolvam representações variadas, incluindo ferramentas digitais, que promovam o raciocínio e a comunicação matemática (Canavarro et al., 2022, p.2).

Por último, refere-se a importância do desenvolvimento de conexões internas (intrínsecas aos valores, conceitos, temas e capacidades) e externas da matemática (integram outras áreas do conhecimento, Artes, Ciências, Humanidades), sendo um pressuposto indispensável para que os alunos compreendam a Matemática e reconheçam a importância da aprendizagem desta disciplina.

Uma das práticas do ensino da matemática propostas pelo NCTM (2017) é que o professor apresente tarefas que promovam o raciocínio e a resolução de problemas, o que requer, em articulação com outras práticas de ensino, que o professor defina objetivos de aprendizagem claros, planifique e antecipe cenários possíveis na resolução dos problemas, proporcione desafios, monitorize o trabalho autónomo dos alunos, promova a discussão no grupo, dê feedback sobre o trabalho realizado pelos alunos e promova o estabelecimento de conexões.

Neste sentido, o Grupo de Trabalho da Revisão Curricular das Aprendizagens Essenciais de Matemática para o Ensino Básico (RCAEMEB) apresentou a seguinte proposta de exploração de uma tarefa, esquematizada na Figura 1, e que pode servir de orientação para os professores.

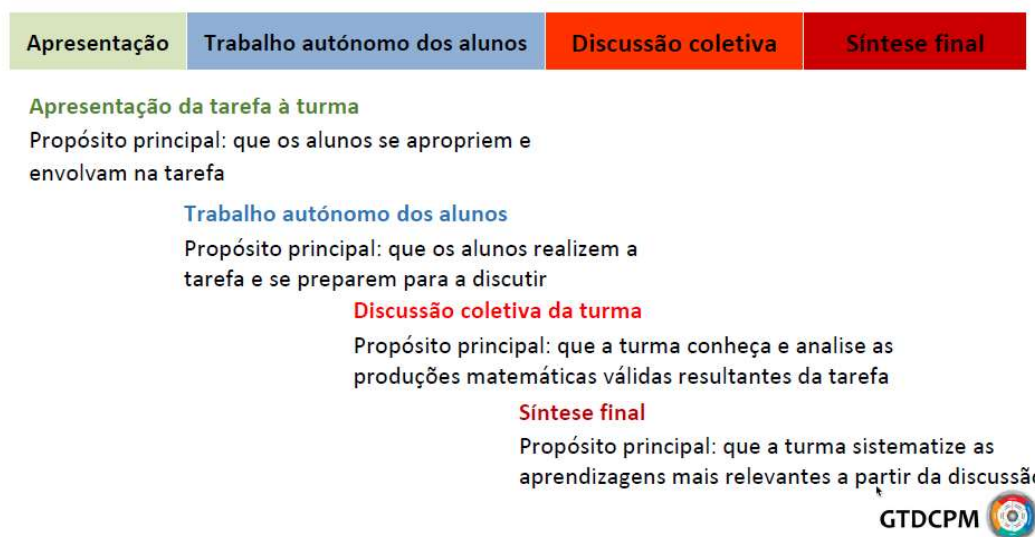


Figura 1 - Estruturação da Exploração de uma Tarefa

Fonte: Ação De Formação — 1.º Ciclo Do EB —

“Aprendizagens Essenciais De Matemática Para O Ensino Básico” (2022, P. 7)

Segundo Lester (2007), citado por NCTM (2017), a aprendizagem da matemática requer um processo ativo, centrado na descoberta pelo aluno, no qual este adquire as capacidades matemáticas com base em experiências pessoais, em articulação com as reflexões realizadas pelos pares/elementos do grupo, pelos professores e pelos próprios alunos, como se observa na Figura 1.

O autor, acima supracitado, defende a necessidade de promover práticas para o ensino da matemática que tenham como foco a aprendizagem das capacidades através da investigação e da exploração, que permitam ao aluno construir o próprio conhecimento matemático.

Com base nas orientações acima referidas, devem ser proporcionadas experiências aos alunos que possibilitem:

Envolver-se com tarefas desafiantes que incluam uma elaboração ativa de significado e apoiem uma aprendizagem com sentido; relacionar novas aprendizagens com conhecimentos anteriores e raciocínios informais e, nesse processo abordar ideias preconcebidas e concepções erradas; adquirir conhecimento conceptual e processual de modo a conseguirem organizar com sentido o seu conhecimento, adquirir novos conhecimentos, bem como transferir e aplicar conhecimentos a novas situações; construir socialmente conhecimento através do discurso, da atividade e da interatividade, no contexto de problemas com sentido; receber retorno detalhado e oportuno, de modo a poderem refletir sobre, e rever, o seu trabalho, pensamento e compreensão; desenvolver uma consciência metacognitiva de si próprios como aprendizes, pensadores e agentes na resolução de problemas e aprender a monitorizar a sua aprendizagem e desempenho. (NCTM, 2017, p. 9)

Esta visão do ensino da matemática centra-se, essencialmente, no desenvolvimento de capacidades como o raciocínio e a resolução de problemas, através de atividades que permitam a investigação e a resolução através da descoberta, que reflitam sobre as etapas que permitiram encontrar uma ou mais respostas.

Seguindo esta perspectiva, as Aprendizagens Essenciais (AE), Despacho Normativo n.º 8209/2021, de 19 de agosto, definem um plano de ação orientador para o tópico “Resolução de problemas”, no qual são delineadas as Capacidades Matemáticas, tendo como linhas orientadoras os objetivos de aprendizagem e as ações estratégicas do Professor. Assim, descreve-se abaixo, de forma sucinta, o papel do aluno e o papel do professor na aquisição de Capacidades Matemáticas referentes à resolução de problemas.

Processo - o aluno deve ser incentivado a percorrer com uma atitude de perseverança as etapas da resolução do problema nomeadamente: interpretar o problema, selecionar e implementar as estratégias mais adequadas e validar o resultado, tendo em conta o contexto do problema. Espera-se também que o professor proporcione a contextos para que o aluno formule problemas.

Estratégias- o aluno pode mobilizar conhecimentos e estratégias utilizados em diferentes contextos e, caso seja necessário, pode utilizar recursos tecnológicos. O professor deve formular problemas mediante um determinado contexto significativo para os alunos (matemático ou não matemático) e valorizar as propostas de resolução dos alunos, enfatizando o espírito crítico, a iniciativa e a autonomia. Caso a solução encontrada não seja coerente, o aluno deve reconhecer a necessidade de corrigir. Importa que os alunos reconheçam que existem diferentes estratégias que podem ser eficazes para a resolução de um problema. Para isso o professor deve promover diferentes momentos de debate e partilha para que as soluções encontradas pelos alunos possam ser analisadas com a turma, permitindo a aquisição de conhecimento que pode ser mobilizado pelos alunos para a resolução de outras situações.

Para além disso, neste documento orientador enfatiza-se que a sociedade deve preparar os seus futuros cidadãos para os desafios que se aproximam, nomeadamente a nível científico e tecnológico. Assim, é iminente que o sistema de ensino responda a este repto de modo que os alunos sejam capazes de mobilizar diferentes literacias, como futuros cidadãos, de um mundo em constante mudança.

Os docentes da disciplina de Matemática devem ser audazes e acompanhar essas mudanças, não só a nível científico, mas na reestruturação das suas práticas educativas e

na integração de novas ferramentas tecnológicas e recursos digitais que motivem os alunos.

2.2. Resolução de problemas

Na perspetiva de Vale e Pimentel (2004), a resolução de situações problemáticas permite aos alunos aplicarem a Matemática no quotidiano e verificar qual a importância desta área.

2.2.1. O que é um problema?

Segundo as autoras Vale e Pimentel (2004), a definição de problema é ambígua e difícil, podendo variar de indivíduo para indivíduo e de acordo com um conjunto de fatores ou contexto específico que condicionam o desempenho de quem o resolve.

Na literatura encontram-se inúmeras definições para o termo “problema” e divergem em alguns aspetos, mas em comum referem o facto de ser uma situação com a qual o indivíduo se depara e não tem uma solução imediata, sendo necessário mobilizar um conjunto de estratégias para encontrar uma solução.

2.2.2 Problema, exercício ou investigação?

A mesma tarefa pode ser considerada um exercício para alguns alunos e para outros ser um problema, ou seja, o conceito pode variar, dependendo do sujeito que o resolve. Por exemplo, a tarefa de dividir 16 carrinhos por 4 crianças pode constituir um problema para uma criança do pré-escolar e ser um exercício para uma criança mais velha, ou até mesmo um facto específico (quando a resposta é automática).

Importa também perceber a distinção entre problema e investigação.

A palavra problema é muitas vezes utilizada para significar uma tarefa, com um enunciado bem definido (problema de texto pronto, segundo a designação de Mendonça, 1999), mas também com o significado de projeto, atividade, investigação, problema de natureza mais aberta que permita ao aluno vários processos de resolução onde tenha de investigar para chegar a um resultado. Do mesmo modo, a resolução de problemas é identificada muitas vezes como sinónimo de trabalho de investigação. (Vale & Pimentel, 2004, p.14)

Embora o aluno deva ser um investigador, tempos idos houve em que ensinar era apenas transmitir ou expor conhecimentos. De acordo com Ponte (2003) o termo “investigar” pode ter diferentes significados, mas a verdadeira definição refere que a investigação é uma ferramenta muito útil na área do ensino e nas diferentes disciplinas, enfatizando a importância de diferenciar, para além da distinção já enunciada entre problema, exercício e facto específico, a diferença entre “tarefa de investigação” e “tarefas de exploração”. Para o efeito, é necessário saber qual o grau de complexidade das tarefas para determinado grupo de alunos e se são abertas ou fechadas. Estas diferenças esquematizam-se na Figura 2.

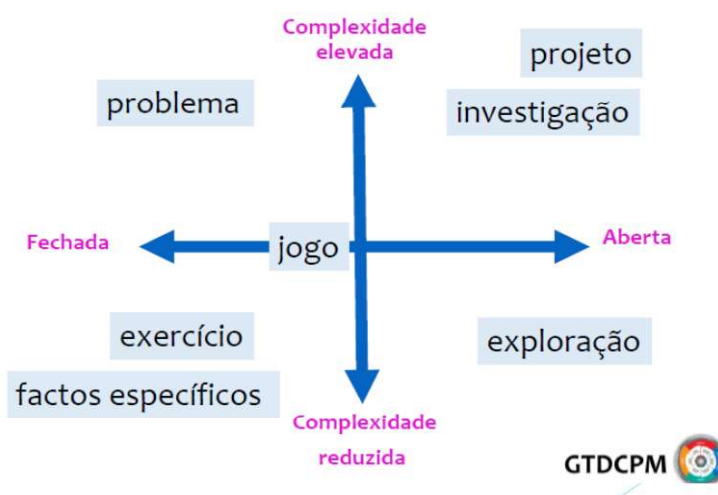


Figura 2 - Diferentes Tipos de Tarefa
Retirado Da Documentação Cedida Na Ação De Formação
1.º Ciclo Do EB – “Aprendizagens Essenciais De Matemática Para O Ensino Básico” (2022, P. 4)

Ponte (2003) refere que tanto as tarefas de investigação como de exploração pressupõem um carácter aberto – uma vez definida a ideia central, para que o objetivo seja atingido ainda é requerido muito trabalho e um nível de dificuldade considerável na busca da “metodologia de trabalho”, “na superação das dificuldades”, na organização do material recolhido, em tirar conclusões, etc.

Boavida et al. (2008) consideram que os diferentes tipos de tarefa devem ser definidos com base na estrutura e na potencialidade do desafio matemático. A nível da estrutura, define-se que o nível de clareza difere entre o aberto e o fechado. Outro aspeto está relacionado com o grau de dificuldade que apresenta. Por exemplo, um problema

pode ser fechado na sua estrutura, mas a sua resolução pode exigir uma complexidade elevada. Por outro lado, uma tarefa de exploração tem uma estrutura aberta e o nível de desafio pode ser reduzido.

O projeto é uma tarefa de longa duração que pressupõe uma organização, uma metodologia e uma estrutura específica e deve integrar uma investigação. O contexto em que a tarefa é realizada também é preponderante para diferenciar projeto de investigação. Conclui-se que as categorias “grau de dificuldade, estrutura, tempo e contexto” são fatores preponderantes a ter em conta pelo professor para o mesmo saber se a tarefa que propõe é de exploração, de investigação ou um projeto” (2008).

Considera-se pertinente destringir alguns aspetos entre a investigação e a resolução de problemas. A investigação permite maior abertura, o aluno formula as questões e envolve mecanismos difíceis de sistematizar; já na resolução de problema, o professor apresenta as questões ao aluno e este investiga as estratégias e mobiliza conhecimentos que permitam resolver o problema, embora sejam variadas, conduzem o aluno a uma resposta fechada.

Ponte (2003) refere que a investigação assume um papel preponderante na “forma de construção do conhecimento” e no método da resolução de problemas, mas depende da maneira como os alunos a realizam e da forma como é orientada pelo professor.

2.2.3 Elementos Essenciais na Resolução de Problemas

As autoras Vale e Pimentel (2004), apresentam três vertentes essenciais na resolução de problemas: o processo, a finalidade e o método de ensino.

Vale e Pimentel (2004) referem a contribuição da “Taxonomia de Bloom” na resolução de problemas, isto é, a aptidão de um indivíduo para a resolução de problemas pode ser considerada como capacidade de pensamento de “ordem superior”, ou seja, é uma tarefa intelectual que engloba a transformação e processamento da informação. Também integra a capacidade de natureza metacognitiva, assim como o pensamento crítico e a gestão de emoções.

Tendo em conta esta perspetiva, Abrantes et al. (1996), citados por Vale e Pimentel (2004), referem que capacidades de “ordem superior” são as que estão relacionadas com

a identificação e resolução de problemas, o pensamento crítico e a utilização de estratégias de natureza metacognitiva. Para além dos aspetos cognitivos, a capacidade de o aluno saber gerir as emoções também contribui para a resolução de problemas. Se o aluno não possuir conhecimentos que possa mobilizar para a resolução do problema, esse aspeto pode levá-lo à frustração e à desmotivação.

Um professor de Matemática tem, assim, uma grande oportunidade. Se ele preenche o tempo que lhe é concedido a exercitar os seus alunos em operações rotineiras, aniquila o interesse e tolhe o desenvolvimento intelectual dos estudantes, desperdiçando, dessa maneira, a sua oportunidade. Mas se ele desafia a curiosidade dos alunos, apresentando-lhes problemas compatíveis com os conhecimentos destes e auxiliando-os por meio de indagações estimulantes, poderá incutir-lhes o gosto pelo raciocínio e proporcionar-lhe meios para atingir este objetivo. (Pólya, 1987, p.2)

2.2.4 Dificuldades na Resolução de Problemas

De acordo com Vale e Pimentel (2004), a resolução de problemas pode ser considerada uma atividade complexa se não for adequada ao nível de conhecimentos e faixa etária do aluno, dado que envolve: a capacidade de investigar, a capacidade metacognitiva, a mobilização de conhecimentos, de reflexão e espírito crítico.

Referem ainda que a maioria dos alunos considera que a resolução de um problema tem de exigir uma resposta imediata e que só se pode responder através de uma fórmula única. Identificam ainda que um dos aspetos onde os alunos revelam mais dificuldades é a compreensão do problema. Se o aluno não for capaz de compreender qual a finalidade e as informações (dados) que permitem analisar o problema, ele não conseguirá solucionar ou poderá inclusive dar uma resposta incorreta.

A este respeito, as autoras citam Burton e Stacey (1985), para identificar três causas que prejudicam o pensamento matemático:

- a capacidade de usar processos subjacentes ao pensamento matemático;
- a confiança para lidar com estados emocionais e psicológicos, para deles tirar o melhor proveito;
- a compreensão dos conteúdos matemáticos.

De referir ainda que, apesar de os professores serem frequentemente confrontados com a falta de conhecimentos dos alunos para resolver um problema, também o modo como os alunos mobilizam o conhecimento e o adequam às estratégias pode constituir uma dificuldade. Para a ultrapassar importa que os alunos se familiarizem com modelos de resolução de problemas e conheçam diferentes estratégias de resolução.

2.2.5 Tipologias de Problemas, Modelo de Pólya e Estratégias

Tipologia de Problemas

Vários estudos foram realizados com o objetivo de estabelecer uma tipologia ou categorização de problemas que seja útil para quem aprende a ensinar problemas e a resolvê-los.

Vale e Pimentel (2004) também referem duas tipologias de problemas: a Tipologias de problemas de Charles e Lester (1986) e a Tipologia de problemas do projeto GIRP (Grupo de Investigação em Resolução de Problemas).

- Tipologia de problemas Charles e Lester (1986): Problemas de um passo; Problemas de dois ou mais passos; Problemas de processo, Problemas de aplicação; Problemas tipo puzzle;
- Tipologia de problemas do GIRP (Grupo de Investigação em Resolução de Problemas): Problemas de processo; Problemas de Conteúdo; Problemas de Aplicação; Problemas de aparato experimental.

Em comum a estas duas tipologias temos os problemas de processo e de aplicação. Os problemas de processo são aqueles que requerem a mobilização de estratégias de resolução não prescritivas, ou seja, que não envolvem algum tipo de mecanização/aplicação direta de algoritmos. Os problemas de aplicação, por sua vez, estão ligados a problemas reais que de alguma forma envolvem a análise de dados reais e a tomada de decisão.

Relativamente aos tipos de problemas que não são comuns às duas tipologias, temos na tipologia de problemas de Charles e Lester, os problemas de um passo ou dois ou mais passos, que são os que recorrem a uma ou mais das quatro operações aritméticas.

Já os problemas tipo *puzzle* são os que têm implícito um olhar diferente, ou seja, têm em conta diferentes perspectivas para chegar à solução.

Na tipologia de problemas do GIRP, temos ainda os problemas de conteúdo, que pressupõem a mobilização integrada de conceitos; e os problemas de aparato experimental, normalmente aplicados às ciências experimentais e que presumem o recurso a determinados métodos de investigação.

Ainda de acordo com a fonte estudada (Vale & Pimentel, 2004), na tipologia do GIRP, destaca-se, tal como se observa na Figura 3, que um problema pode inserir-se em mais do que uma das categorias.

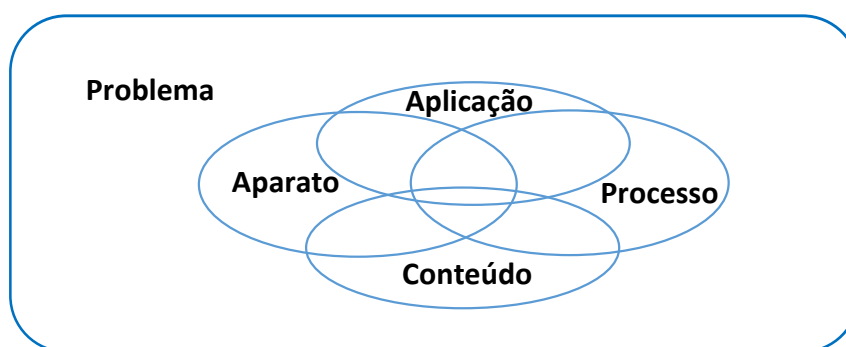


Figura 3 - Diagrama das Diferentes Tipologias de Problemas
Fonte: Vale e Pimentel (2004, p. 21)

Modelo de Pólya

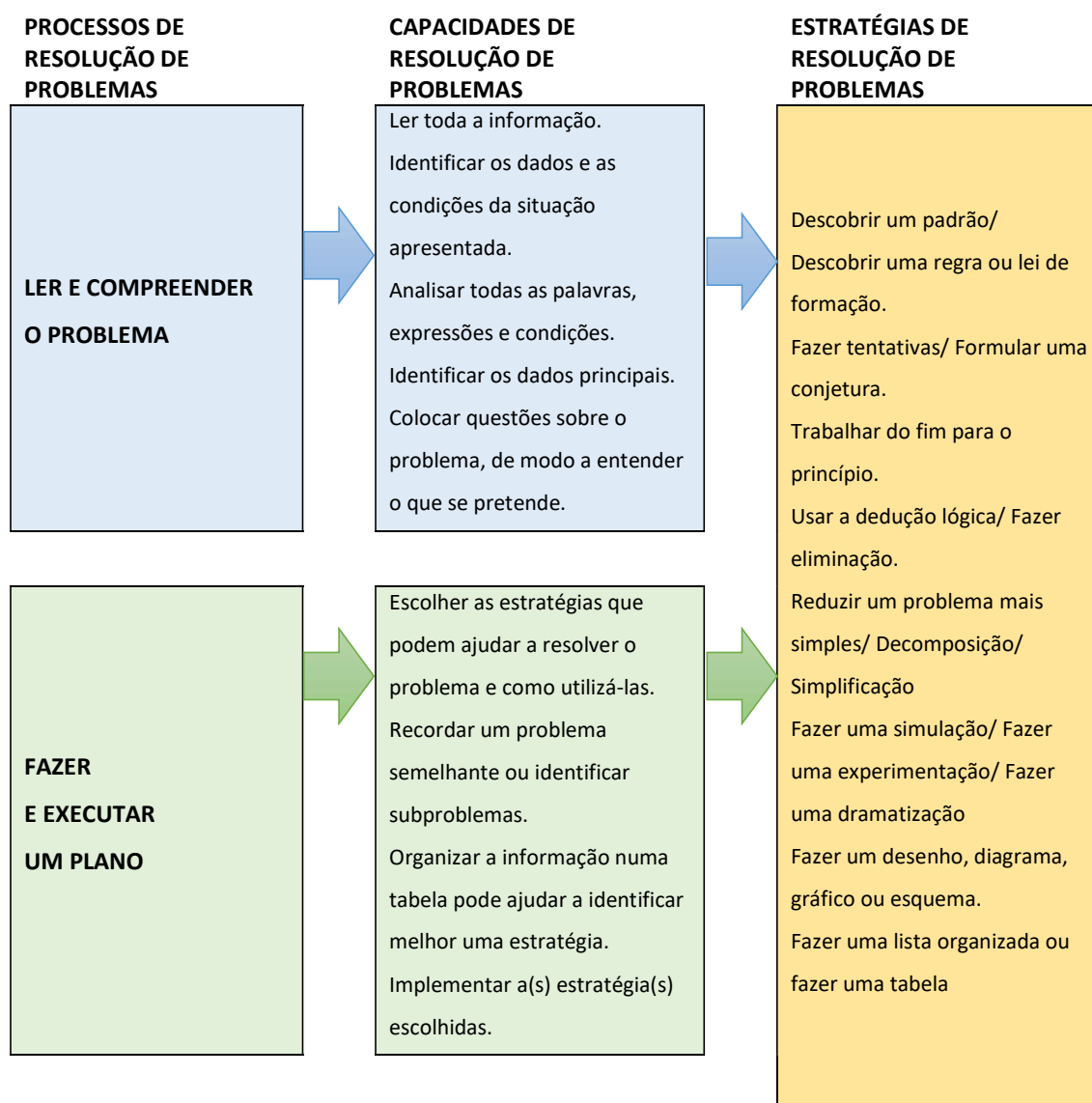
Embora não exista um único método de resolução de problemas, há na literatura uma referência incontornável, o Modelo de Resolução de Problemas de Pólya de 1973. Segundo Vale e Pimentel (2004), para Pólya o ensino de problemas deve integrar várias experiências e etapas até chegar à solução, nomeadamente:

- ler e compreender o problema – nesta etapa o aluno identifica os dados, as condições e o objetivo;
- delinear um plano – espera-se que o aluno, partindo de experiências anteriores ou não, consiga delinear um plano mobilizando uma ou mais estratégias de resolução;
- executar o plano – o aluno executa o plano desenhado na etapa anterior. Se se revelar ineficaz para encontrar a solução volta à etapa anterior.
- verificar a validade da resposta – o aluno confirma se a solução está de acordo com as condições do enunciado.

Estratégias

Como referido anteriormente, outro aspeto importante a ter em consideração na resolução de problemas são as estratégias.

Estratégias de Resolução de Problemas são “um conjunto de técnicas a serem dominadas pelo solucionador e que ajudam a “atacar” o problema ou a progredir no sentido de se obter a sua solução” (Vale & Pimentel, 2004, p. 24). As autoras acima supracitadas enumeram um conjunto de estratégias, estudadas por autores de renome nesta área, que podem ser utilizadas para a resolução de problemas e que estão representadas na Figura 4.



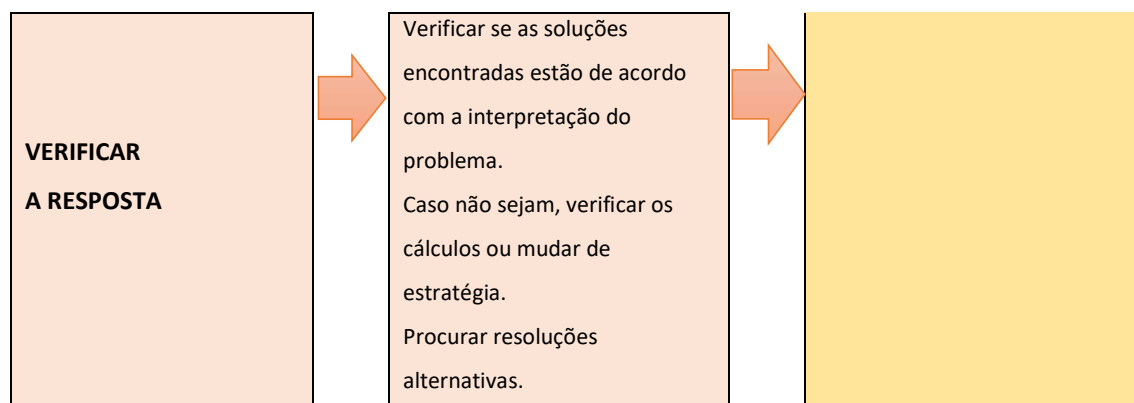


Figura 4 - Etapas Orientadoras da Resolução de Problemas
Vale e Pimentel (2004, P. 26)

2.2.6 Atitudes e fatores inerentes à resolução de problemas

Baroody (1993), define um conjunto de atitudes e fatores com as quais os alunos se deparam e que podem condicionar a forma como estes resolvem um problema e, conseqüentemente, contribuir para a promoção da eficácia na resolução. Este autor cita autores como Lester (1980) Silver e Thompson (1984) que consideram que perante um problema, todos possuem conhecimentos suficientes para o compreender e capacidade suficiente para o resolver, mas não tentam resolvê-lo num determinado momento por não terem vontade. O professor deve avaliar se o momento é oportuno e se o aluno se sente motivado para a resolução do problema. O autor acima supracitado refere que há um conjunto de fatores inerentes à disposição para resolver problemas, nomeadamente: interesse, autoconfiança, perseverança, convicções, autorregulação, flexibilidade crenças:

- **Interesse** - O problema proposto deve ser desafiante e despertar o interesse dos alunos. Os problemas devem ser significativos e atender aos interesses e aspirações dos alunos. Caso contrário, não o realizarão com a mesma motivação e não despendarão tantos esforços para os tentar resolver, por lhes parecer irrelevante ou pouco significativa a sua resolução.
- **Autoconfiança** - Os alunos devem ser avisados que na resolução de problemas existe a possibilidade de errar e que, por vezes, são necessárias várias tentativas para chegar à sua solução. Se os alunos não gerirem bem as suas emoções, a resolução de problemas poderá causar desmotivação ou frustração nos alunos. É fundamental que o professor crie condições para que os alunos tenham

autoconfiança neles próprios que lhes permita gerir as emoções com a hipótese de errar ou de não conseguir chegar à resposta de imediato.

- **Perseverança** - A resolução de problemas requer que o aluno dedique tempo e faça várias tentativas para encontrar uma ou mais soluções. Nem sempre a resposta a um bom problema está à vista e, por vezes, é necessário que se recomece do ponto de partida. Este fator pode ser desmotivante para os alunos e pode desencorajá-los. É necessário que o professor oriente os alunos para que sejam persistentes e os ajude a manter o foco no percurso que os conduzirá até à resposta.
- **Convicções** - As convicções intrínsecas dos alunos podem influenciar a perseverança, a autoconfiança e os seus interesses. Os alunos que revelam já alguma proficiência nesta capacidade sabem gerir os fatores que o conduzem à resolução dos problemas, aplicam conhecimentos e têm noção que a resposta pode não ser imediata. Para estes alunos, estas atividades são motivadoras, desafiantes e não representam algo aborrecido ou desmotivador. Porém, há alunos com pouca proficiência e com baixa autoestima que desistem se não encontrarem de imediato a resposta para o problema.
- **Autorregulação** - O conhecimento de estratégias, a compreensão e a disposição não são fatores suficientes para assegurar a proficiência na resolução de problemas. O aluno consciencializar-se que o processo de resolução de problemas exige uma análise e uma reflexão sobre o processo que o conduzirá à resolução, assim como uma metacognição, ou seja, um conhecimento implícito dos recursos que irá utilizar durante todo o processo.
- **Flexibilidade** - É a capacidade de mobilizar conhecimentos ou estratégias já adquiridas e dar-lhes uma nova funcionalidade. Para o efeito, é necessária uma conexão entre elementos emocionais, cognitivos e metacognitivos. Esta capacidade só é adquirida quando os alunos são capazes de mobilizar estratégias de resolução adequadas e têm predisposição positiva para a resolução de problemas matemáticos.

Segundo Baroody (1993), os fatores e atitudes acima supracitados estão intrinsecamente interrelacionados e interferem com o processo de resolução de problemas

e devem ser analisadas pelo professor de modo a que este possa criar condições para que o aluno possa alcançar a proficiência necessária na resolução de problemas.

2.2.7 A Utilização das TIC na Resolução de Problemas

As aprendizagens serão bem-sucedidas se os programas forem adaptados às necessidades efetivas dos alunos e, para o efeito, devido a uma sociedade em constante mudança, é necessário que os programas acompanhem as transformações da sociedade e a sua evolução tecnológica.

As TIC constituem um meio tecnológico de grande impacto na educação. Segundo os objetivos traçados nas Aprendizagens Essenciais devem ser utilizadas de forma transversal e multidisciplinar. Cabe ao professor selecionar as estratégias e proporcionar a criação de ambientes de aprendizagem digitais que primem pelo rigor científico e pela inovação.

O documento “Aprendizagens Essenciais da Matemática no Ensino Básico” (2022) define algumas “ideias-chave” para promover a aprendizagem na matemática. Destas ideias, destaca-se “Recursos/tecnologia”.

As **ferramentas tecnológicas** devem ser consideradas recursos incontornáveis e potentes para o ensino e a aprendizagem da Matemática. A literacia digital dos alunos deve incluir a realização de cálculos, a construção de gráficos, a realização de simulações, a recolha, organização e análise de dados, a experimentação matemática, a investigação e a modelação, a partilha de ideias. Todos os alunos devem aceder livremente a calculadoras, robôs, aplicações disponíveis da Internet e *software* para tratamento estatístico, geometria, funções, modelação e ambientes de programação visual. (Canavarro et al., 2022, p. 6)

As orientações metodológicas apresentadas no documento acima citado valorizam a utilização das TIC como um recurso potenciador da aquisição dos objetivos de aprendizagem em todos os anos de escolaridade.

2.3. Metodologias Ativas

Perante a mudança de paradigma na educação no Sec. XXI, torna-se eminente que o professor faça a transição de uma educação tradicional e expositiva para uma educação holística e mais centrada no aluno, baseada na teoria sócio construtivista de Lev Vygotsky (1998).

Na educação contemporânea, a utilização de metodologias ativas centradas na especificidade de cada aluno, o aluno participa na construção do seu próprio processo de aquisição das aprendizagens sozinho, com os pares ou em grupos. O contexto de aprendizagem tem que ser envolvente para o aluno e, como tal, a escola tem que proporcionar modelos de aprendizagem centrados nas problemáticas reais dos alunos. (Moran et al. 2018, p. 9)

De acordo com os mesmos autores, as metodologias ativas privilegiam a participação dos alunos na construção do conhecimento e no desenvolvimento de competências, permitindo respeitar seu próprio ritmo de aprendizagem, através de ferramentas que proporcionam a experimentação e a colaboração, bem como aprendizagens mais significativas. Espera-se que o papel do professor seja de orientador/mediador.

Segundo Moura (2014), as metodologias ativas enquadram-se numa mudança de paradigma da educação, desde logo porque: (1) permitem o respeito pela a liberdade de escolha; (2) exigem e estimulam a participação do aluno; (3) mobilizam a integração dos saberes disciplinares, (4) contextualizam as aprendizagens em projetos reais para que o aluno se conecte com estudos e atividades desenvolvidas; (5) proporcionam as atividades colaborativas; (6) permitem a utilização de múltiplos recursos culturais, científicos, tecnológicos que podem ser escolhidos pelos próprios alunos, de acordo com os interesses; (7) integram saberes do contexto social, cultural e étnico; (8) desenvolvem a competência de socialização.

Moran et al. (2018) referem que as metodologias ativas são caminhos para avançar o conhecimento profundo, nas competências socio emocionais e novas práticas educativas do século XXI.

2.3.1 O papel do professor e do aluno

Numa sociedade globalmente tecnológica, o Ensino exige uma reformulação dos papéis do professor e do aluno. O professor deve ser o promotor de novos contextos de aprendizagem com o digital, introduzindo estratégias que possibilitem dinâmicas de aprendizagem mais motivadoras e significativamente mais enriquecedoras para os alunos.

A eficácia das metodologias ativas depende de dois agentes impulsionadores do processo de mudança educativo: o aluno e o professor. Por outro lado, o aluno assume o protagonismo ativo na aquisição das aprendizagens, enquanto o professor é o orientador deste processo. Nesta nova perspetiva, a escola deve adaptar-se e inovar as suas metodologias de ensino, começando por deixar de ser um espaço físico limitado no qual os professores transmitem e os alunos adquirem conhecimentos e aprendizagens.

Parafraseando Nóvoa, quando na sua palestra cita Edgar Morin, "a Educação deve ser alvo de uma metamorfose, se quisermos enfrentar os desafios que nos irão surgir no futuro tem de ser capaz de se reconstruir e reintegrar".

Nas escolas do futuro, as crianças têm de ser reconstrutoras e autónomas no seu processo de aquisição dos conhecimentos, enquanto a tarefa principal do professor será de orientar e organizar o trabalho, conduzindo os alunos para o desenvolvimento de problemáticas e projetos que estejam relacionados com a sua cultura organizacional.

A integração das metodologias ativas poderá permitir ao professor realizar a diferenciação pedagógica de forma mais eficaz, tal como define o Decreto-Lei n.º 54/2018, no qual se estabelece um conjunto de medidas de suporte à aprendizagem e à inclusão que têm como finalidade promover a equidade e a igualdade de oportunidades de acesso ao currículo, de frequência e de progressão no sistema educativo. Com a introdução das orientações estabelecidas no documento "Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória" (2017), procura-se que o desenvolvimento do perfil dos alunos, ainda que através de percursos distintos, os quais permitem a cada um progredir no currículo com vista ao seu sucesso educativo. O mesmo documento legislativo consagra ainda uma abordagem integrada e contínua do percurso escolar de cada aluno garantindo uma educação de qualidade ao longo da escolaridade obrigatória.

A aprendizagem poderá ser mais significativa para os alunos quando estes estão inseridos em projetos com os quais se identificam e, para tal, o professor tem de conhecer os seus interesses e motivações. Assim, os alunos poderão sentir-se mais envolvidos nas tarefas que vão ao encontro das suas aspirações, participem mais e a aprendizagem seja proativa.

Na perspetiva de Moran et al. (2018), o professor tem um papel fundamental na implementação de metodologias ativas, deixa de ser apenas um transmissor de conhecimentos e passa a ser um orientador do percurso educativo dos alunos, criando roteiros educativos que vão ao encontro das necessidades dos alunos, quer de ensino individualizado ou em grupo, em contexto presencial ou através de plataformas digitais nas modalidades de b-learning ou b-learning, recorrendo a metodologias ativas, como por exemplo a: Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP); Aprendizagem baseada em investigação e em problemas; Sala de aula invertida; e a Aprendizagem por histórias e jogos.

Também Bento et al.(2018), reconhecem que as metodologias ativas vão ao encontro da mudança de paradigma na Educação, permitindo adequar e diferenciar as estratégias, comunicar com os alunos de modo interativo e individualizado, permitindo que investiguem e construam o caminho mais fácil para a aquisição do conhecimento, permitindo-lhes gerar informações significativas para compreender o mundo e a sociedade global.

Nesta perspetiva, Moran et al. (2018) cita um conjunto de princípios orientadores fundamentais para o sucesso na implementação das metodologias ativas na educação, nomeadamente:

- Promover uma integração maior entre diferentes áreas de conhecimento, materiais e metodologias e a sua abrangência intelectual, emocional, comportamental.
- Criar modelos curriculares transdisciplinares mais flexíveis, com acompanhamento e avaliação contínua.
- Aumentar da importância do protagonismo e participação do aluno, por meio de situações práticas, produções individuais e de grupo e sistematizações progressivas.
- Formação inicial e contínua de professores em metodologias ativas, em orientação/mentoria e em tecnologias presenciais e online. Importância da aprendizagem por imersão e por “clínicas” com supervisão.

- Planear de acordo com o ritmo das mudanças de forma mais progressiva ou radical. (Moran et al., 2018, p. 22)

Moran et al. (2018) referem ainda que o Sistema Educativo deve ser o promotor de espaços de ensino diferenciados e inclusivos, de modo a promover a igualdade das aprendizagens, respeitando os interesses, aspirações ou capacidades de cada aluno, e para que todos possam progredir na aquisição das aprendizagens respeitando as diferenças de cada indivíduo e explorando ao máximo as suas capacidades.

2.4 Modelo Educativo STEAM

O modelo “educação STEAM” baseia-se numa visão transdisciplinar abrangendo as disciplinas de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática (Shanahan et al., 2016).

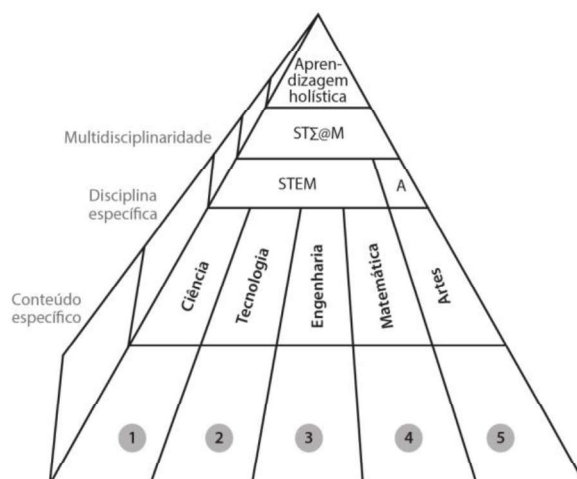
A educação baseada na abordagem STEAM (Sciences, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) não é apenas uma metodologia ativa, mas uma abordagem educativa transdisciplinar baseada na realização de trabalhos de projeto através dos quais serão alcançados objetivos educativos e procuram solucionar problemas reais inerentes ao contexto educativo dos alunos. Assim, o contexto de aprendizagem dos alunos molda-se ao seu contexto e permite-lhes contactar com problemas do mundo real.

Na perspetiva de Bacich e Holanda (2020), a educação STEAM tem como princípio orientador a educação integral do aluno. Para além das aprendizagens relacionadas com estas disciplinas, os alunos desenvolvem outras áreas de competência e valores, nomeadamente: o raciocínio e a resolução de problemas; o pensamento crítico e o pensamento criativo; o saber científico, técnico e tecnológico; a sensibilidade estética e artística. Para além das áreas de competência, os autores referem que os alunos devem ser cidadãos ativos e conscientes, capazes de modificar a sua realidade através da responsabilidade social, do autocuidado e da colaboração com os seus pares.

É nesse sentido que a educação STEAM pode contribuir para lidar com os desafios contemporâneos, ajudando a pensar uma educação que, sem abandonar a excelência académica, também desenvolva competências importantes, como a criatividade, o pensamento crítico, a comunicação e a colaboração. (...) Em âmbito

internacional, o termo STEM surge nos Estados Unidos como a junção das iniciais das áreas de ciências, tecnologias, engenharia e matemática, agora é visto como um movimento educacional no mundo todo, adequado aos contextos sociais, culturais e educacionais de cada local. (Bacich & Holanda, 2020, p.2)

A abordagem STEAM é transdisciplinar e engloba conteúdos científicos das diferentes disciplinas que o integram, podem ser trabalhadas de forma transversal em grande grupo (turma) ou em grupos mais pequenos. É a forma de organizar e promover a aprendizagem que ajuda os alunos a perceber qual a importância das suas aprendizagens. O principal objetivo é formar cidadãos dotados de competências, valores e atitudes que lhes permita corresponder aos desafios do futuro e capacitando-os para profissões que integram os conhecimentos relacionados com as disciplinas referidas, representado na Figura 5.



- 1- História da origem dos conceitos, processos de investigação, física, biologia, química, ciências espaciais, geociências, bioquímica
- 2 -História das tecnologias, tecnologia e sociedade, *design*, habilidades, projetos para o mundo, agricultura, biomedicina, biotecnologia, informática, comunicação, construção, indústrias, transporte, energia
- 3 -Aeroespacial, fluidos, arquitetura, agronomia, civil, computacional, de minas, acústica, química, elétrica, ambiental, industrial, de materiais, mecânica, dos oceanos, naval
- 4 Operações, álgebra, geometria, medições, análise de dados, probabilidade, resolução de problemas, comunicação, cálculos, trigonometria, causas e efeitos
- 5 Humanidades (nas visuais performáticas): música, teatro, fisiologia (artes manuais, corporais e psicologia), antropologia, relações internacionais, filosofia.

Figura 5 - Diagrama STEAM

Fonte: Adaptada De Yakman ([2008], P. 347),

Assunção e Bizerra (2018, P. 206), Bacich E Holanda (2020, C.I, P.4).

2.4.1 Implementação STEAM em Contexto Educativo

No Capítulo I do livro STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica, as autoras Bacich e Holanda (2020) defendem que a introdução desta metodologia em contexto educativo, dentro ou fora da sala de aula, exige que o professor defina na planificação os processos através dos quais os alunos aprendem e desenvolvem a sua autonomia, através de tarefas complexas que exigem um grande envolvimento dos alunos, designadamente:

- Formulação das questões/ problema ao qual se quer dar resposta;
- Seleção dos dados essenciais que contribuem para a resolução do problema e quais as competências que os alunos possuem adquiridas pelos alunos que lhes permitam solucionar o problema;
- Investigação sobre o problema e equacionam quais as soluções existentes. O professor orienta os alunos no na seleção das hipóteses levantadas e leva-os a refletir sobre possíveis falhas;
- Criação a sua própria solução para o problema e põem em prática o processo de resolução do problema, mobilizam os conhecimentos que aprenderam durante a investigação;
- Partilha com a turma sobre a solução encontrada para a resolução do problema, que é posteriormente discutida pelos pares através da partilha de opiniões;
- Reflexão sobre todo o processo e desenvolve uma solução mais completa.

Em suma, podemos concluir que estes pontos devem ser a base para orientar a intervenção dos professores no contexto educativo quando escolhem realizar a sua prática pedagógica centrada numa abordagem STEAM.

2.5. O que é a Aprendizagem Baseada em Projetos?

A Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) ou Project-Based Learning (PBL) é uma metodologia ativa, de natureza colaborativa, através da qual os alunos mobilizam conhecimentos das diferentes disciplinas e participam num processo de investigação de questões mais complexas, tarefas significativas e produtos, cuidadosamente planificadas pelo professor, com a finalidade de dar resposta a uma questão orientadora.

Segundo Mesquita et al. (2021), a metodologia ABP visa, essencialmente, a promoção de uma aprendizagem ativa, cooperativa, participativa e centrada no desenvolvimento de competências essenciais e transversais e no trabalho autónomo do aluno.

Na perspetiva de Bacich e Holanda (2020), a ABP surge como uma metodologia ativa e estimuladora de autoaprendizagem e do pensamento crítico, considerada uma das mais significativas inovações que permite estruturar a implementação da abordagem STEAM, de forma contextualizada, na sala de aula. Um dos princípios que determina a eficácia da metodologia ABP é o envolvimento e motivação dos alunos na execução de um trabalho sistémico e o feedback do professor sempre que o mesmo seja pertinente ou quando solicitado pelos alunos.

Lima et al. (2005) consideram que é necessária uma mudança no perfil dos alunos que requer: o desenvolvimento de competências transversais e de valores e atitudes, bem como a aquisição de capacidades e, em simultâneo, motivar e empenhar os alunos para que estes participem em ambientes de aprendizagem significativos. Deste modo, a implementação da metodologia ABP na sala de aula, tendo como finalidade a procura de uma solução para um problema, proporciona um modelo de ensino baseado no perfil do aluno para o século XXI.

2.5.1 Origem da Aprendizagem Baseada em Projetos

Bacich e Holanda (2020) referem que a metodologia ABP teve vários contributos da pedagogia de Freinet e de John Dewey, que no século XX já defendiam que uma educação mais centrada nos interesses e necessidades dos alunos poderia contribuir de forma mais eficaz para o sucesso educativo. Para estes pedagogos, o ensino deveria formar um Homem livre, autónomo, responsável, fatores esses que considerava essenciais para a transformação da sociedade. Freinet defendia o “tatear experimental” e a importância de implementar projetos paralelos às aulas comuns para incentivar a cooperação e o trabalho como forma de motivar os estudantes.

Assim, “é a partir dessas ideias que temos os primeiros estudos sobre as saídas pedagógicas e sobre o trabalho real, como uma horta na escola, um jornal, entre outras possibilidades que hoje conhecemos como projetos” (Bacich & Holanda, 2020, p. 30).

Os estudos apresentados na obra “A Pedagogia da Autonomia”, de Paulo Freire (1960) também contribuíram de forma significativa para a metodologia ABP, dado que defende a importância de considerar e respeitar a experiência individual de cada aluno ao longo do processo de aprendizagem, assim como destaca a relevância de formar o ser humano, não só em termos educativos, mas também no que concerne aos “Valores, Competências e Princípios” atualmente enunciados no documento “Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (2017).

Paulo Freire defendia também que a educação não deve ser centrada unicamente em metodologias expositivas, com material didático pronto e fechado, mas sim aprender a partir da realidade dos alunos, o foco do método de ensino, de acordo com as necessidades reais dos alunos e do seu dia a dia.

Bacich e Holanda (2020, p.31) citam Hernandez (2002) para diferenciar dois conceitos homônimos: a pedagogia de projetos que surge em 1920 e projeto de trabalho por volta de 1980. Enquanto a pedagogia de projetos na educação preparava os alunos para o mundo do trabalho, sem integrar aspectos da realidade, os projetos de trabalho conduziam a uma aproximação da escola à pesquisa sobre temas emergentes.

2.5.2 Princípios da ABP

Bender (2015) considera que a ABP integra as atividades realizadas por meio de projetos, cujo enfoque é a construção coletiva do conhecimento e interdisciplinar, na qual os alunos são os protagonistas, ou seja, aprendem fazendo nas relações com os colegas. Este autor também considera fundamental que, através da Aprendizagem Baseada em Projetos - ABP, os alunos aprendam colaborativamente, adquiram conhecimentos científicos e tecnológicos e desenvolvam competências de relacionamento pessoal. Os alunos aprendam com base na resolução de um problema real, autêntico, circundante e para o qual não se apresenta necessariamente apenas uma solução.

De referir ainda que, de acordo com o autor acima referido, o papel do professor não é o de protagonista na sala de aula, mas sim de mediador, de orientador, designer e orquestrador de experiências que facilitem a aquisição de aprendizagens. A intervenção do professor deve centrar-se: na explicação de conteúdos, sempre que os alunos tenham dúvidas e feedback através de rúbricas de avaliação.

O papel ativo do professor como design de caminhos, de atividades individuais e de grupo é decisivo e o faz de forma diferente. O professor se torna cada vez mais um gestor e orientador de caminhos coletivos e individuais, previsíveis e imprevisíveis, em uma construção mais aberta, criativa e empreendedora. (Bacich et al., 2015, p.9)

A Aprendizagem Baseada em Projetos, tal como a abordagem STEAM, tem de ser interdisciplinar ou transdisciplinar. Deste modo, os alunos aplicam conceitos e habilidades de duas ou mais disciplinas para resolver os problemas. O professor tem de realizar uma pré-planificação, definir quais os conteúdos a trabalhar e determinar se as interligações dos conhecimentos das diferentes disciplinas permitem que os alunos pensem em soluções para um problema significativo.

2.5.3 Etapas da ABP

A implementação da metodologia ABP para uma aprendizagem bem-sucedida exige que sejam estabelecidas um conjunto de etapas que constituem uma orientação para o professor, mas que devem ser trabalhadas de forma sistemática, tal como se apresenta na Figura 6.

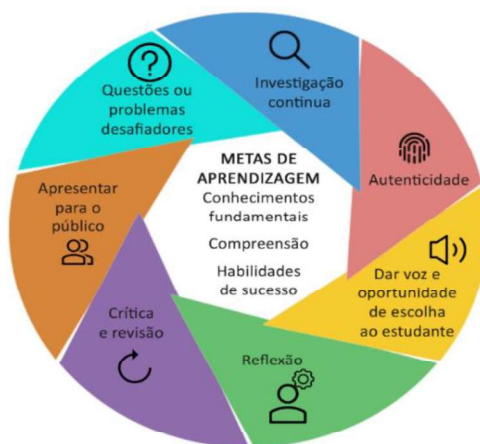


Figura 6 - Etapas Da ABP
Fonte: Adaptado De " Buck Institute For Education" (2020)
(Bacich & Holanda, 2020, P. 33)

Apresentação da questão orientadora – o professor pode expor uma pergunta orientadora, alinhada com os conteúdos de aprendizagem. O nível de complexidade dessa pergunta deve ser adequado ao nível de ensino, interesses e motivações dos alunos.

Bender (2015) refere que o sucesso da experiência ABP depende, essencialmente, do modo como a questão orientadora é apresentada à turma pelo professor (introdução da problemática, conjunto de procedimentos que preparam a implementação do projeto e promovem o interesse dos alunos) e pela seleção da “questão motriz” (selecionada pelos alunos). Estes fatores determinam o envolvimento, motivação e participação dos alunos. Estes dois elementos, questão norteadora e questão motriz, devem despertar a atenção dos alunos para outras questões que delinearão as linhas condutoras de que os mesmos necessitam para abordar o problema.

As questões secundárias podem surgir através do debate na sala de aula ou da realização um “Brainstorming”. A utilização da ferramenta educativa referida é considerada como um instrumento relevante na obra de Bender (2015), uma vez que pode orientar os alunos a fazer questões que não foram consideradas, após uma ponderação sobre como estas se relacionam com a questão norteadora, mas também pode ajudar a descartar outras questões que não são preponderantes para a resolução do problema.

O mesmo autor refere também que a “questão orientadora” pode ser determinada pelo professor ou pelos alunos, dependendo da faixa etária dos alunos e a participação em experiências anteriores em ABP. Caso a escolha da “questão orientadora” seja feita pelo professor, as escolhas dos alunos devem incidir sobre as questões secundárias, seleção das atividades a realizar, produção dos artefactos e apresentação estratégias possíveis para a resolução do problema.

A segunda etapa é um processo de investigação. Segundo Hsin e Wu (2022), a implementação de práticas de investigação prepara os alunos para descobrir novas realidades e para procurarem soluções para os desafios que encontram. Os alunos podem e devem ser orientados a investigar desde o pré-escolar. Para além disso, devem mobilizar o conhecimento que têm das diferentes disciplinas, fazer uma lista de tópicos para recolherem a informação, fazer novas perguntas e dar-lhes respostas, de acordo com os

recursos que têm. Depois da recolha da informação, os alunos devem debater ideias, analisar, validar e sintetizar a informação.

De acordo com NGSS (Next Generation Science Standards), as oito práticas apropriadas para as crianças desenvolverem, desde o pré-escolar até ao segundo ano, são:

fazer perguntas e definir problemas; desenvolver e utilizar modelos; planear e utilizar investigação; analisar e interpretar dados; utilizar dados e o pensamento computacional; construir explicações e conceber soluções; envolver-se em argumentos a partir de evidências; obter, avaliar e comunicar informações. (Hsin & Wu, 2022, p. 39)

Assim, na fase de investigação, o professor deve utilizar um leque variado de estratégias que orientem, monitorizem e estruturem o trabalho realizado pelos alunos. Esses mecanismos podem ser: a realização de mapas semânticos, diários, avaliação dos colegas; participação em palestras; visitas de estudo; saídas de campo, experiências laboratoriais, entre outras.

O professor deve intervir sempre que surgirem dúvidas ou que surja a necessidade de explicar novos conceitos ou para reformular atividades que inicialmente não estavam previstas, assumindo “o papel de mediadores, os professores devem usar todos os meios disponíveis para estimular a investigação e recompensar o pensamento inovador à medida que os alunos avançam no seu planeamento, pesquisa e desenvolvimento de artefactos. (Bender, 2015, p.47)

Na fase da produção do produto ou do artefacto a apresentar, tendo por base as informações recolhidas e conhecimentos adquiridos e competências desenvolvidas, os alunos realizam o produto ou o artefacto que lhes permite apresentar as soluções que vão ao encontro da questão norteadora. Na sala de aula, o professor planifica o projeto, orienta a ação e delimita as linhas orientadoras para o desenvolvimento de seus produtos finais, que são os resultados obtidos ao longo da execução de um projeto e que representam possíveis soluções, ou aspetos da solução, para o problema e nem todos os projetos resultam na produção de um artefacto, podem resultar num documento escrito, numa exposição, numa publicação ou numa apresentação pública.

Em suma, a aplicação de uma metodologia com base na ABP pressupõe um conjunto de etapas que devem ser implementadas de forma sistémica, tal como ilustra a Figura 7.

Bender (2015) considera importante que os alunos possam apresentar o produto do seu trabalho através de: vídeos, portfólios, podcasts, músicas, poemas ou sites que ilustrem o conteúdo, projetos de arte, interpretação de papéis ou peças que representem soluções de problemas, artigos para o jornal da escola ou para jornais locais, relatórios apresentados oralmente para vários órgãos governamentais ou para outras organizações e recomendações ou diretrizes para ações em relação a certas questões. Em suma, um artefacto/produto pode ser praticamente qualquer coisa que responda às necessidades da problemática em estudo ou que represente cenários necessários ou possíveis de serem apresentados à turma ou à comunidade educativa.

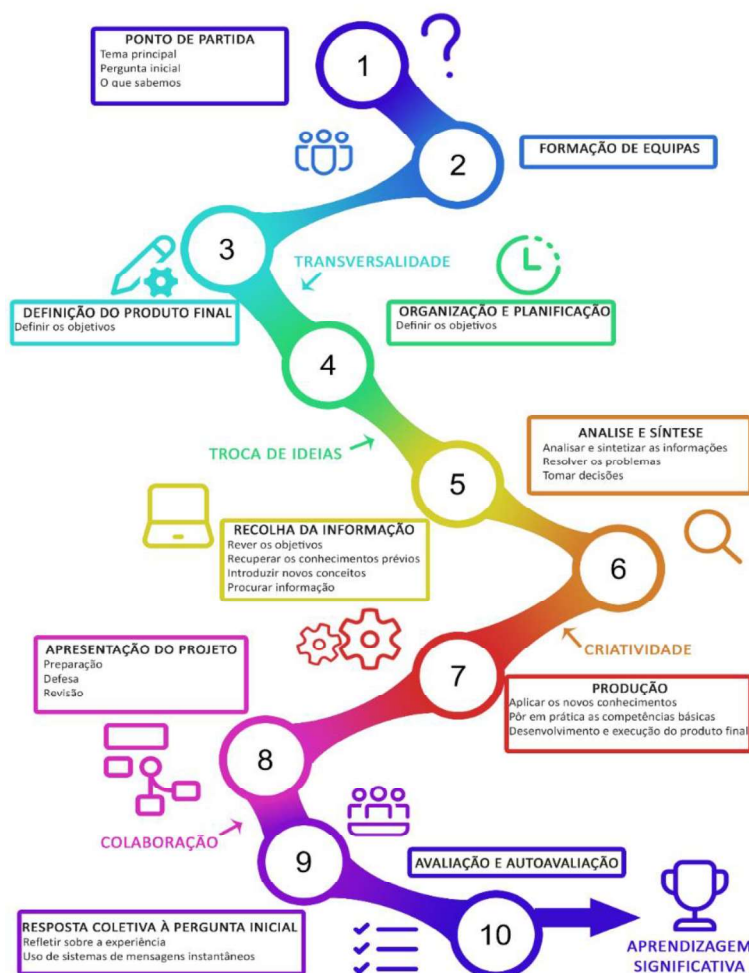


Figura 7 - Percurso da ABP

Fonte: Próprio Autor, Adaptado Do Site ABP Paso A Paso (Hernado, 2015) Escuelaconcerebro.Wordpress.Com E1ABP Paso A Paso

Outro aspeto a considerar de extrema importância é a existência de uma linha orientadora entre as diferentes etapas do projeto e o produto final. Bacich et al. (2020) referem que produto final não deve ser o centro do projeto. Mais importante do que o resultado são as aprendizagens adquiridas pelos alunos ao longo das etapas.

O professor deve orientar os alunos para a sua conclusão, facultando-lhes o tempo necessário para apresentarem um projeto, com base numa rúbrica ou lista de objetivos. Se os alunos não concluírem o seu projeto no tempo estipulado, podem sentir-se desmotivados e com falta de confiança nas suas capacidades. O professor deve acompanhar os alunos com o objetivo de mediar a intervenção dos diferentes elementos do grupo, de lhes dar feedback sobre o desenvolvimento do trabalho, realizar revisões e de lhes facilitar instrumentos que os ajude a gerir o tempo.

A implementação desta metodologia ABP exige dos professores um trabalho árduo de pré planificação e de planificação do projeto, assim como uma revisão constante das tarefas realizadas pelos alunos. Na pré planificação, o professor deve definir quais os saberes científicos ou unidades curriculares que fazem parte das aprendizagens a adquirir pelos alunos e quais as competências que estes devem desenvolver.

Na sala de aula, o professor planifica o projeto, orienta a ação e delimita as linhas orientadoras para o desenvolvimento de seus produtos finais, que são os resultados obtidos ao longo da execução de um projeto e que representam possíveis soluções, ou aspetos da solução, para o problema e nem todos os projetos resultam na produção de um artefacto, podem resultar num documento escrito, numa exposição, numa publicação ou numa apresentação pública.

Bender (2015) considera fundamental que sejam estipulados tempos de conclusão das diferentes etapas. O tempo de conclusão de um projeto pode variar de acordo com a sua finalidade, podendo a sua conclusão ser de um mês, um trimestre, de um ano ou até de um ciclo de ensino. Este autor defende a avaliação do trabalho realizado pelos alunos através de rúbricas, portefólios, de autoavaliação pelos elementos do grupo ou dos colegas da turma e que deve incidir, essencialmente, na fase de conclusão do projeto.

A metodologia ABP é considerada uma metodologia privilegiada para a integração das TIC como ferramentas de apoio, proporcionando excelentes ambientes de

aprendizagem aos alunos. Bender (2015) refere a utilização das tecnologias de informação e comunicação emergentes no Século XXI, assim como uma enorme variedade de redes sociais.

Bender (2015) refere ainda que a utilização destas tecnologias também pode trazer aspetos menos positivos, uma vez que os professores com mais idade podem sentir-se menos à vontade no manuseamento destas ferramentas e ficarem desencorajados. Por outro lado, o facto de nem todas as escolas possuírem recursos digitais em número suficiente ou ligação à internet que assegure a utilização, em simultâneo, de um grande número de alunos, são igualmente, fatores desmotivadores.

2.5.3.1 Trabalho Colaborativo e Formação de Grupos

Uma das áreas de competências definidas documento “Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (Martins et al., 2017) é o “Relacionamento Interpessoal”. Para o desenvolvimento dessa competência, é fundamental que o aluno saiba relacionar-se com os outros e adquira estratégias que lhe permitam trabalhar colaborativamente com os pares.

Neste sentido, “trabalhar coletivamente na resolução de problemas é uma das mais importantes habilidades adquiridas na ABP, já que se trata de uma habilidade crucial para praticamente todos os trabalhos do séc. XXI” (Bender, 2015, p. 49).

Bacich e Holanda (2020), citam Cohen e Lotan (2017), quando refletem sobre o número de elementos por grupo adequado e o protagonismo que cada elemento terá. Deste modo, é determinante que a metodologia da ABP privilegie o enfoque na aprendizagem através do trabalho colaborativo, em grupos, no máximo de 5 elementos, em que todos devem estar envolvidos nas diferentes fases que os levarão à produção de um artefacto/produto que será, após várias reflexões e testes, partilhado com a turma ou com a comunidade educativa. Bender (2015) refere que depois do debate e da partilha de ideias, os elementos do grupo devem definir qual o produto final a apresentar, planificar as etapas e atribuir responsabilidades aos elementos do grupo.

2.6 Pensamento Computacional

Autores como Papert (1980), Wing (2006) e Resnick (2012), são reconhecidos por popularizar o conceito de Pensamento Computacional (PC) na área da educação, capacidade que deve ser desenvolvida nos alunos através de um conjunto de práticas de resolução de problemas que permitem ao aluno exprimir um problema e ilustrar a forma como procedeu até o solucionar.

O pensamento computacional integra um conjunto de práticas de resolução de problemas que envolve a maneira de expressar um problema e a sua solução de maneira que um computador (seja humano ou máquina) a possa executar. É muito mais do que simplesmente saber programar e envolve vários níveis de abstração e as capacidades mentais que são necessárias para resolver um problema, como: o desenho de algoritmos, o reconhecimento de padrões ou a capacidade de generalizar e abstrair. (Wing, 2006, p. 33)

Para o efeito, devem ser potenciados nos alunos vários níveis de abstração e capacidades cognitivas que são utilizadas para saber explicar e interpretar todos os processos que o aluno utiliza para resolver problemas, nomeadamente: a recolha e representação de dados, a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões, o algoritmo e a depuração, tal como representado na Figura 8.

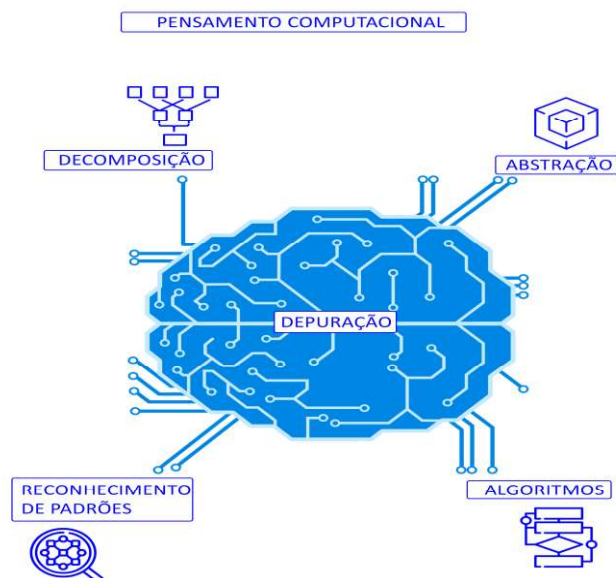


Figura 8 - Domínios do Pensamento Computacional
Adaptado De Mestre. (2022, P. 10), <https://www.Tes.Com/>

Brackmann (2017) refere que o pensamento computacional é uma abordagem de ensino que utiliza diversos princípios da computação e emerge na área da educação com um conjunto de práticas que ajudam os alunos a desenvolver a capacidade de resolução de problemas, assim como algumas competências que se pretendem no aluno do século XXI, nomeadamente: o pensamento crítico e criativo, o desenvolvimento interpessoal e o saber científico e tecnológico.

De um modo global, presume-se que o Pensamento Computacional integra um conjunto de etapas relacionadas com computação que permitem adquirir capacidades para o desenvolvimento da resolução de problemas.

Segundo Cunha et al. (2018) a implementação de atividades que desenvolvam o pensamento computacional na sala de aula permitem que o aluno adquira competências importantes para a resolução de problemas com base nos princípios da computação, designadamente: desenvolver nos estudantes uma maneira computacional de pensar, modelar e resolver problemas de diversas disciplinas. Para estes autores, o desenvolvimento do pensamento computacional permite que os alunos resolvam problemas que envolvem o reconhecimento de padrões e posterior resolução das situações problemáticas em partes mais pequenas e mais simples, de forma lógica e sequencial.

Brackmann (2017) destaca que a escola deve contribuir para o desenvolvimento das competências computacionais dos alunos, desde o pré-escolar e proporcionar meios para que todos tenham acesso a recursos e atividades que estimulem esta competência.

Por sua vez Figueiredo (2016) refere que a introdução desta capacidade no currículo é extremamente importante, pois permite o treino de reconhecimento de padrões, abstração e orientação ao transpor de um objeto para nós próprios e permite desenvolver competências de resolução de problemas que podem ser aplicados através de objetos digitais físicos ou pode ser desenvolvido em ambientes virtuais de aprendizagem.

2.6.1 Origens do Pensamento Computacional

O termo Pensamento Computacional (PC) foi utilizado pela primeira vez, na área do ensino, por Seymour Papert (1967), no âmbito da perspetiva construcionista da aprendizagem. Em 1980, Papert refere a expressão Pensamento Computacional pela

primeira vez na literatura, no seu livro “Mindstorms: Children, Computers And Powerful Ideas”.

O autor acima citado defendia que as crianças deviam estar a programar o computador ou os artefactos em vez de serem programados por estes e que a escola podia desempenhar um papel fundamental no desenvolvimento desta capacidade. As teorias construcionistas defendem que as tecnologias são o meio para as crianças construírem o conhecimento. Este autor introduziu a linguagem “Logo” com base no reconhecimento de padrões e utilizou robôs tartarugas baseados nos robôs de Willian Grey Walter, como ilustram a Figura 9 e a Figura 10.

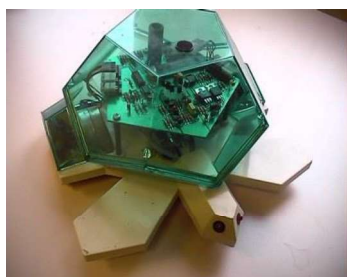


Figura 9 - Tartaruga Robô
Baseada No Robô De Willian
Grey Walter

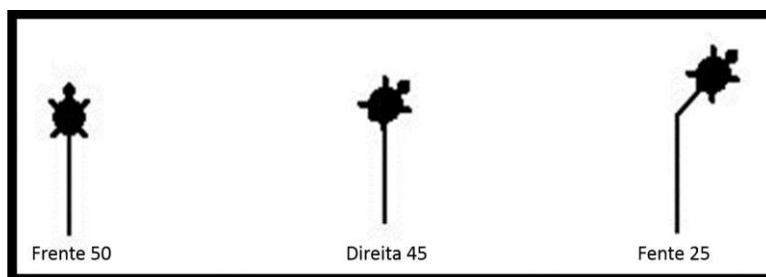


Figura 10 - Instruções Simples Em Linguagem Logo (Papert,1967)

Duas décadas depois, o conceito foi divulgado por Jannet Wing (2006), como uma capacidade para desenvolver a capacidade de raciocinar, de resolver problemas, conceber sistemas tendo como princípios os conceitos essenciais da computação. Esta autora defende que, quando utilizam o pensamento computacional, as crianças estão a utilizar a capacidade de abstração e de decompor um problema complexo num mais simples.

Por sua vez, Resnick (2012) descrevem que o pensamento computacional é extremamente importante para a aprendizagem baseada na programação da aplicação Scratch que tem associado um ambiente de programação visual.

O Scratch apresenta-se como um ambiente de programação que permite aos jovens criarem as suas histórias interativas, jogos e simulações tal como é visível na Figura 11. A programação é feita através de blocos que representam comandos. Segundo Resnick (2012), os jovens são os designers das suas próprias produções, o que aumenta a motivação

e o interesse pela programação no Scratch. Este tipo de programação permite que os alunos operacionalizem as aprendizagens das diferentes disciplinas, estimula a criatividade, a comunicação, a colaboração e o espírito crítico.



Figura 11-Programação Visual no Scratch Junior

Todos os autores acima supracitados reforçam a importância do Pensamento Computacional na resolução de problemas, é considerado uma abordagem acessível a todos e tem como base os fundamentos da computação.

Brackmann (2017) refere que os profissionais da computação devem realizar “abstrações” de problemas do cotidiano que devem ser acessíveis aos utilizadores dos recursos tecnológicos e, em simultâneo, possam ser manuseados no interior de um sistema computacional.

2.6.2 Dimensões do pensamento computacional

As dimensões do Pensamento Computacional são transversais e, por vezes, são indissociáveis, dependendo do tipo de operacionalização. Estas dimensões são explicadas na Tabela 1 com exemplos práticos.

Tabela 1 - Dimensões do Pensamento Computacional

<p>Identificação do Problema</p>	<p>Identifica o que se pretende saber, qual é o objetivo da tarefa, o que se pretende com a sua realização. Compreende instruções essenciais para resolver problemas.</p>
<p>Decomposição</p>	<p>Estrutura a tarefa em partes mais simples, de forma a tornar a sua complexidade menor e facilitar a resolução. Decompõe problemas complexos em problemas mais simples, realiza-os por etapas. Permite o foco em cada etapa. Exemplo: montar um robô por partes: a parte mecânica, a parte eletrónica e a parte de programação</p>
<p>Abstração</p>	<p>Identifica e reconhece o essencial de um problema e elimina o que é acessório. Faz perguntas e comparações que possam mostrar diferentes métodos de resolução. A abstração permite que o aluno se foque no principal e não nos detalhes. Permite que a solução seja válida para outros problemas. Exemplo: simula a ação de um robô ou etapas de construção de um artefacto ou realiza a etapas da receita de um bolo de chocolate.</p>
<p>Reconhecimento de Padrões</p>	<p>O aluno identifica ou reconhece padrões (características comuns) que podem ajudar a estabelecer ligações que conduzam o aluno a uma possível solução. Este aplica os padrões que considera mais adequados na resolução de problemas semelhantes. Exemplo: reconhecer a relação entre o número de lados de um polígono regular e a amplitude dos seus ângulos externos para executar um algoritmo que permita construir qualquer polígono regular depois de selecionado o número de lados.</p>
<p>Algoritmo</p>	<p>É o processo que o aluno utilizou, através se uma sequência de passos, para chegar a uma das possíveis soluções. Para tal, o aluno pode realizar esquemas, desenhos, tabelas, esquematiza informação em mapas conceptuais para implementação de algoritmos. O aluno desenvolve um ou mais procedimentos para solucionar o problema e compreender a razão da utilização de cada algoritmo. Define-se como o percurso (s) para chegar às soluções.</p>
<p>Teste e depuração</p>	<p>O aluno vai procurar e corrigir erros, testar o algoritmo, refinar e melhorar uma solução encontrada e verificar a sua eficácia, aplicando-a para verificar se está de acordo com todos os requisitos.</p>

2.6.3. Pensamento Computacional no Currículo

Perante a leitura do documento “As Aprendizagens Essenciais de Matemática para o Ensino Básico” ([Despacho n.º 8209/2021](#), de 19 de agosto), que entrou em vigor a partir do ano letivo de 2022/2023, no que respeita aos 1.º, 3.º, 5.º e 7.º anos de escolaridade, conclui-se que vão ao encontro das perspetivas dos autores supracitados e definem o pensamento computacional como um dos conteúdos que deve ser trabalhado com os alunos, de forma interdisciplinar, desde o 1.º ano do Ensino Básico.

De acordo com os documentos “As Aprendizagens Essenciais de Matemática para o Ensino Básico” (2022), desde muito cedo, os alunos devem ser capazes de mobilizar para a sala de aula os conhecimentos que trazem das suas vivências pessoais. Nesta perspetiva, a exploração de padrões com recurso a materiais manipuláveis, poderá proporcionar excelentes contextos de exploração para as crianças reconhecerem e trabalharem com regularidade e, deste modo, desenvolverem o pensamento computacional.

No mesmo documento definem-se oito objetivos gerais que devem ser alcançados pelos alunos e que integram conhecimentos, capacidades e atitudes referentes à Matemática e que contribuem para a literacia matemática. O pensamento computacional é apresentado como uma capacidade matemática transversal (Figura 12).

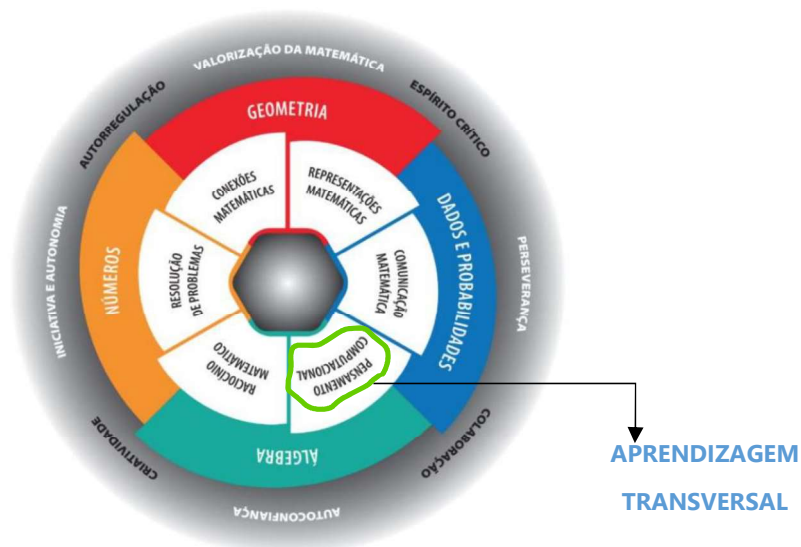


Figura 12 - Aprendizagem Transversal
Conteúdos de Aprendizagem em Matemática no Ensino Básico,
Adaptado de Canavarro et al. (2022, P.4)

Assim, o quinto objetivo traçado nas Orientações Curriculares (OC) é o pensamento computacional. Assume-se como uma capacidade transversal que os alunos devem desenvolver e tem vindo a assumir relevância nos sistemas educativos de outros países. As experiências relacionadas com o PC são indispensáveis na matemática e propiciam a aquisição de ferramentas que permitem resolver problemas, especificamente os que estão relacionados com a programação.

Na operacionalização das aprendizagens, o pensamento computacional tem subjacente o desenvolvimento integrado de práticas como: “a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões, a análise e definição de algoritmos, e o desenvolvimento de hábitos de depuração e otimização dos processos” (Canavarro et.al, 2022, p.3).

Para cada uma destas práticas são definidos objetivos de aprendizagem que os alunos devem atingir e que se encontram interligados com a aprendizagem transversal de resolução de problemas:

extrair a informação essencial de um problema; estruturar a resolução de problemas por etapas de menor complexidade de modo a reduzir a dificuldade do problema; reconhecer ou identificar padrões no processo de resolução de um problema e aplicar os que se revelam eficazes na resolução de outros problemas semelhantes; desenvolver um procedimento passo a passo (algoritmo) para solucionar um problema, de modo a que este possa ser implementado em recursos tecnológicos, sem necessariamente o ser; procurar e corrigir erros, testar, refinar e otimizar uma dada resolução apresentada. (Canavarro et. al, 2022, pp. 15-17)

No documento “Orientações Curriculares Para as Tecnologias da Informação e da Comunicação” (2019), no quarto domínio “Criar e Inovar” definem-se estratégias e ferramentas digitais através das quais os alunos devem criar e inovar, capacitando-os para: criar algoritmos de complexidade baixa para a resolução de desafios e problemas específicos; distinguir as características, funcionalidades e aplicabilidade de diferentes objetos tangíveis, resolver desafios através da programação de objetos físicos (robôs) e da programação visual (programação por blocos).

Após a análise dos documentos depreende-se que o pensamento computacional está intrinsecamente ligado à resolução de problemas. Os alunos com capacidades inerentes ao PC terão uma proficiência significativa no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas. As Aprendizagens Essenciais das Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação devem ser trabalhadas transversalmente nas diferentes disciplinas, o que permite diversificar as estratégias, recursos e metodologias.

Segundo Piedade (2019), nas últimas décadas, o pensamento computacional tem sido integrado no Currículo Nacional do ensino do 1.º Ciclo de vários países como uma disciplina independente ou como meio de implementar atividades de outras disciplinas. Em Portugal, de acordo com as recentes alterações no currículo, as TIC são de carácter obrigatório desde o primeiro ano do Ensino Básico até ao Secundário e fazem parte das diretrizes das outras disciplinas que devem ser orientadas pelo docente na sala de aula.

No 1.º Ciclo, o pensamento computacional integra a habilidade analítica trabalhada de forma transversal em todas as disciplinas, com maior ênfase na disciplina de Matemática.

2.6.4 Como pode ser desenvolvido o Pensamento Computacional?

Segundo Resnick (2017), são inúmeras as abordagens que podem ser utilizadas para desenvolver o pensamento computacional no 1.º Ciclo, mas devem ser integradas nas disciplinas existentes no currículo. Este autor refere algumas das estratégias, nomeadamente: atividades lúdicas sem tecnologia, programação visual através de plataformas como o Scratch, Tynker, etc, servindo para a programação de robôs, criação de jogos, produção de histórias digitais; e simulações em softwares que permitam observar fenómenos através da realidade virtual.

As estratégias utilizadas pelos professores devem ser adequadas ao nível de ensino e contextualizadas com as vivências em que os alunos estão inseridos e utilizadas com o objetivo da aquisição de saberes científicos estipulados nas orientações curriculares.

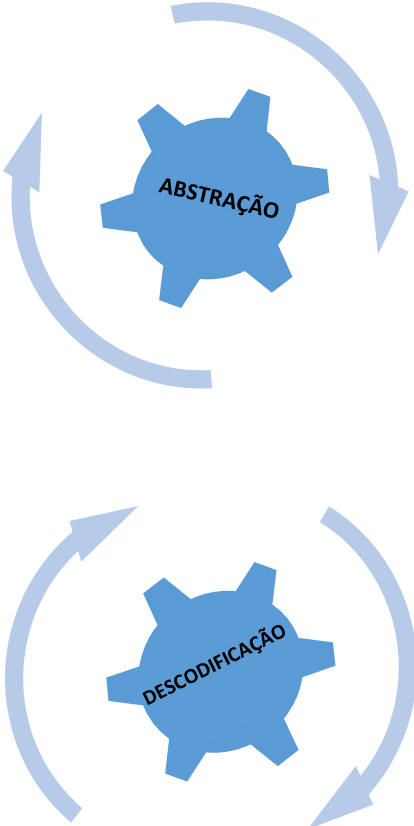
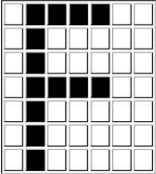
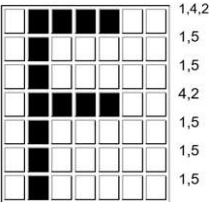
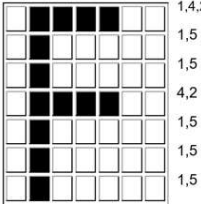
2.6.4.1 Codificação *Unplugged*


Os princípios básicos da computação podem ser trabalhados em contexto educativo sem recurso a meios tecnológicos. A codificação envolve a representação, por códigos, numa linguagem própria.

A tabela 2 apresenta alguns exemplos de atividades que recorrem à codificação *unplugged*, ou seja, que não requer a utilização de dispositivos tecnológicos. Recorre a lápis papel, ou materiais manipuláveis.

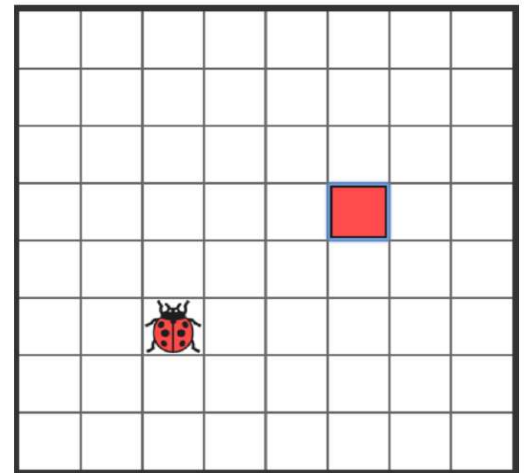
Na tabela 2 apresenta-se um conjunto de atividades que trabalham o pensamento computacional, nas quais os alunos necessitam de recorrer às várias dimensões que integram o pensamento computacional e que envolvem a codificação sem recurso a dispositivos tecnológicos.

Tabela 2 - Atividades que Envolvem a Codificação *Unplugged*

Etapas Sequenciais	Exemplos práticas na sala de aula							
	<p>Desenha a inicial do teu nome próprio na malha quadriculada.</p> 							
	<p>Identifica os padrões criados no exercício anterior entre as quadrículas brancas e as quadrículas pretas e codifica em números a inicial do teu nome.</p> 							
	<p>Representa o código do exercício anterior em linguagem binária.</p>  <table border="1" data-bbox="1054 1630 1399 1839"> <tr><td>0001, 0100, 0010</td></tr> <tr><td>0001, 0101</td></tr> <tr><td>0001, 0101</td></tr> <tr><td>0100, 0110</td></tr> <tr><td>0001, 0101</td></tr> <tr><td>0001, 0101</td></tr> <tr><td>0001, 0101</td></tr> <tr><td>0001, 0101</td></tr> </table>	0001, 0100, 0010	0001, 0101	0001, 0101	0100, 0110	0001, 0101	0001, 0101	0001, 0101
0001, 0100, 0010								
0001, 0101								
0001, 0101								
0100, 0110								
0001, 0101								
0001, 0101								
0001, 0101								
0001, 0101								




Desenha o caminho que a joaninha terá que realizar para chegar ao quadrado vermelho. Utiliza o menor número possível de quadriculas.



Descreve o itinerário realizado pela joaninha para chegar ao quadrado vermelho.

Na cidade do Pedro há um percurso de metro que tem 4 linhas. Começam nas estações estão representadas com ○: loja, biblioteca, cinema e supermercado. Também existem 3 estações onde é possível mudar de linha ○—○: museu, restaurante, polícia e pastelaria.



4.º ano

Hoje o Pedro foi para a escola. Ele mudou de linha apenas uma vez. Em que estação começou o Pedro a sua viagem?
 Adaptado do site: <https://bebras.dcc.fc.up.pt/>

2.6.4.2 Programação Visual

A programação visual é um tipo de programação que recorre a blocos de código para codificar.

Existem vários ambientes de desenvolvimento que têm como base o uso de uma linguagem de programação visual como por exemplo: Alice, Blockly; Cargo Bot; Greenfoot,

Lego Bits and Bricks; Lego Mindstorms, Lego WEDO 2.0, Mathplayground, Pencil Code, Scratch, Snap, Kodu, Tinker, etc.

A programação visual também pode ser feita através de uma aplicação que nos permite programar outros artefactos (robôs). Estes ambientes de desenvolvimento procuram cativar e motivar os alunos para a resolução de problemas através da programação acessível a todos os alunos, mesmo os mais novos como os do pré-escolar ou os do 1.º Ciclo.

Segundo Piedade (2019), há vários estudos que referem que os ambientes de programação visual são ferramentas poderosas que tornam acessível a aprendizagem de aprender a programar, nomeadamente para as crianças mais novas e desenvolvem o PC através da resolução de problemas.

A complexidade da linguagem de programação envolve compreensão da teoria e da prática dos fundamentos da computação, designadamente: conhecimentos semânticos e sintáticos, capacidade de programação e pensamento algorítmico. Estas capacidades são de difícil compreensão para os alunos mais novos. A programação visual facilita a introdução e aprendizagem dessas capacidades que, com a prática, os alunos familiarizam-se a linguagem da programação e constitui uma boa escolha para a iniciação aos princípios básicos da programação.

A programação visual permite a criação de narrativas, a simulação de ambientes que sejam desconhecidos aos alunos, a construção de robôs com dispositivo e posterior programação numa aplicação. Este tipo de programação é muito motivador e acessível para os alunos, permite-lhes desenvolver, para além de outras competências, a criatividade e a literacia digital.

2.6.4.3 Programação Tangível

A programação tangível permite que os alunos resolvam problemas programando a sua solução diretamente num artefacto através do clique em botões ou encaixe de peças, que desencadeiam uma determinada ação.

Brackmann (2017) considera que o ensino da programação tangível desde os primeiros anos é a mais adequada para os alunos de idades compreendidas entre os 4 e os

10 anos, porque adquirem as aprendizagens através do mundo sensorial e da experimentação, o que contribui para o conhecimento do mundo e para apropriação que deles fazem.

Quanto a outras vantagens atribuídas à programação tangível, destacam-se alguns dos aspetos mais citados no estado da arte: facilita a programação colaborativa entre pares (McNerney, 2000; Strawhacker & Bers, 2015; Zuckerman et al., 2005); potencia processos de debugging (McNerney, 2000), ou seja, procedimentos que consistem em procurar, detetar e corrigir erros; ajuda a esbater as diferenças de género verificadas no interesse pelas áreas da computação (McNerney, 2000); promove o envolvimento sensorial, uma vez que as crianças aprendem havendo um incremento dos sentidos usados (toque, visão, audição). (Moreira et al., 2020, p.53)

Segundo Piedade et al. (2019) a programação visual ou por blocos e a robótica, em conjunto com atividades pedagógicas bem orquestradas, para além de promoverem a motivação e interesse dos alunos, proporcionam o desenvolvimento de competências de pensamento computacional. Os tipos de artefactos possibilitam a programação tangível e têm como vantagem o facto de não ser necessária uma ligação à internet, ou seja, podem ser manuseados pelos alunos sem recurso à internet, tal como ilustra a Figura 13.



Figura 13 - Exemplos de Robôs que Possibilitam a Programação Tangível

2.6.4.4 Aplicação de Robôs como Ferramenta Pedagógica

O termo “robô” surgiu no início do Séc. XX e, inicialmente, foi utilizado no teatro pelo dramaturgo Karel Capek e a palavra “robótica, foi utilizada no conto “Runaround”, publicado em 1942, por Isaac Asimov (Bernardo, 2012). A “introdução de robôs de programação tangível nas salas de aula permite que as crianças interajam, colaborem e

partilhem e participem de forma interativa e autónoma na sua aprendizagem, enquanto brincam para aprender e aprendem para brincar” (Zuckerman et al., 2005).

Vários autores como Barata (2021), Cabrita et al. (2020), Brackmann (2017), Moreira et al. (2020) realizaram investigações, tendo revelado que a robótica é um instrumento de grande utilidade, que pode ser utilizado com a finalidade de desenvolver o pensamento computacional e de promover a aprendizagem com base nos princípios da computação.

Segundo Brackmann (2017), os primeiros robôs a serem utilizados em contexto educativo surgiram na década de 80. Atualmente são considerados uma ferramenta educativa muito útil e impulsionadora das aprendizagens dos alunos, mas ainda acessível apenas a alguns.

2.6.4.4.1 Tipologias de Robôs

Com o desenvolvimento da tecnologia, alguns tipos de robôs já fazem parte do nosso quotidiano, tendo assumido um papel importante em diferentes contextos: podem ter apenas a vertente lúdica ou assumir funções específicas, nomeadamente: robôs de cozinha, os robôs utilizados nas cirurgias médicas, robôs de limpeza, robôs da indústria. Todos precisam de ser programados para desempenhar determinadas funções. A robótica está cada vez mais acessível e será uma constante no dia a dia e no futuro mercado de trabalho dos nossos alunos. Deste modo, a programação de robôs é uma capacidade que deve ser desenvolvida nas escolas.

No contexto educativo, Lombana (2015), citado por Barata (2021), considera que a utilização de robôs ou a respetiva programação deve ser apenas um meio que permita a aprendizagem dos conteúdos das disciplinas e não deve ser utilizado com a finalidade de os alunos adquirirem competências de automação industrial.

Os robôs podem ser entendidos como dispositivos mecânicos capazes de realizar diversas atividades com algum grau de autonomia, envolvendo características como, a possibilidade de reprogramação e a flexibilidade para realização de diferentes tarefas sem a necessidade de alteração na sua estrutura mecânica (Martins et al., 2012, citado por Barata & Matos, 2019, p.109).

Os robôs podem dividir-se nas seguintes categorias:

Robôs simples – realizam instruções acessíveis (avançar, recuar, esquerda, direita). Podem resolver problemas e implementar algoritmos simples. As instruções de comando destes robôs são realizadas através de teclas/botões que estão inseridos nos mesmos, tal como ilustra a Figura 14.



Figura 14 - Exemplo de Comando de Teclas de Programação de Robôs

Robôs programáveis- Possuem sensores e atuadores programáveis. Podem resolver problemas mais complexos e interagir com o ambiente. Alguns destes robôs permitem a criação e desenvolver a criatividade e a destreza da motricidade fina. Para além disso, certos robôs são constituídos por Kits de peças que o aluno pode montar e programar.

Estes artefactos podem ser utilizados para programar através de teclas (programação tangível) e, em simultâneo, alguns também podem ter associado num ambiente de programação visual a que se pode aceder através de tablet, computador ou smartphone. Do mesmo modo existem outros robôs que só podem ser programados num ambiente de programação visual. Estas categorias estão agrupadas no seguinte diagrama de Venn (Figura 15).



Figura 15 - Diagrama de Venn dos Diferentes Tipos de Robôs

Este tipo de robôs foi desenvolvido para envolver e motivar as crianças a aprender conteúdos relacionados com as áreas das Ciências, da Engenharia e Computação, utilizando modelos motorizados, tal como o Kit Lego kit We Do 2.0.

Ao projetar, construir e programar robôs autónomos os alunos, não só aprendem como funciona a tecnologia, mas também aplicam as habilidades e o conhecimento dos conteúdos aprendidos na escola, de uma forma educativa e emocionante. A robótica educativa é rica em oportunidades para integrar em muitas disciplinas e permite, aos alunos, a oportunidade de encontrar novas formas de trabalhar em conjunto (motiva os alunos para a partilha das suas ideias), expressar-se, resolver problemas, pensar de forma inovadora e usar ferramentas de natureza prática e motivadora. (Eguchi & Uribe, 2012, citado por Barata & Matos, 2019, p. 116).

Estes robôs são ferramentas de aprendizagem que podem dar às crianças “a confiança de fazerem perguntas, e as ferramentas para encontrarem as respostas e resolverem problemas do quotidiano” (LEGO, 2016, p.4). As crianças aprendem a fazer perguntas e a resolver problemas, uma vez que o kit não lhes dá todas as informações que necessitam. Pelo contrário, estimula a questionar o que já sabem e a procurar respostas sobre o que precisam de saber.

A sua integração na sala de aula permite o desenvolvimento das diferentes áreas a explorar com os alunos, nomeadamente: o saber científico, técnico e tecnológico; o raciocínio e resolução de problemas; o relacionamento interpessoal; o pensamento crítico e criativo; a sensibilidade estética e artística.

Importa, contudo, perceber que a programação de robôs no contexto de sala de aula não tem como finalidade formar alunos competentes no domínio da programação, capazes de seguir esta área de trabalho, mas criar um contexto de aplicação de resolução de problemas através de uma abordagem STEAM, permitindo: a resolução de problemas de forma colaborativa, estimular a autonomia através da experimentação e da investigação, desenvolver a criatividade, a reflexão crítica e o pensamento computacional.

Na sala de aula, o professor pode recorrer a esta ferramenta – a robótica educacional para “orquestrar” dinâmicas proativas com os alunos, integrando o modelo STEM, as metodologias ativas, a metodologia baseada em projetos ou *Project Based Learning* -PLB (...). A utilização da programação tangível pelos alunos pode contribuir para o desenvolvimento de competências que promovam a resolução de problemas, de forma criativa e autónoma. (Moreira et al., 2020, p. 47)

Note-se que durante o processo de interação e programação de um robô, os alunos aplicam conceitos associados ao pensamento computacional e à resolução de problemas, nomeadamente: a abstração, a decomposição, o reconhecimento de padrões e o pensamento lógico.

Posteriormente, os resultados de aprendizagem dos alunos sobre as suas práticas computacionais conectam-se com a definição e decomposição do problema, o algoritmo da solução, os testes e correção de erros e a performance do robot para solucionar o problema.

Em suma, o desenho de atividades pedagógicas através da programação visual ou programação tangível de robôs bem orquestradas podem constituir um meio para promover o desenvolvimento do pensamento computacional.

2.7 Estudos Empíricos

Neste ponto procura-se analisar de que forma a comunidade científica tem explorado a temática da programação de robôs no desenvolvimento da capacidade de resolução de problemas.

Barata (2021) na sua tese de doutoramento “Uso de objetos tangíveis programáveis no ensino e na aprendizagem da programação” teve como objetivo aprofundar conhecimento da realidade de utilização de objetos tangíveis no ensino da programação. Este estudo seguiu um paradigma pragmático de investigação mista, na globalidade de natureza qualitativa, com um design de estudo de caso. O estudo contou com 36 alunos de 3 turmas do Curso Profissional de Gestão e Programação de Sistemas Informáticos, do ensino secundário de uma escola TEIP, com recurso à utilização de “pequenos *drones* e robôs programáveis além de *tablets* e *smartphones*”.

Os principais resultados do estudo indicam que a utilização de ferramentas de programação tangível na educação potencia nos alunos a consolidação de competências como o esforço e a persistência. No estudo de investigação desta autora conclui-se que a utilização deste tipo de objetos e de ambientes de programação foi motivadora e despertou o interesse dos alunos para a aprendizagem. Esta autora refere também que a

programação de objetos de programação tangível promoveu contextos favoráveis para que os conceitos fossem compreendidos com mais facilidade devido à interação proporcionada pelo manuseamento concreto de objetos. Outro aspecto positivo referido neste estudo da autora é a promoção do trabalho colaborativo entre os alunos, assim como “a partilha de ideias e de soluções”.

Moreira et al. (2020), no artigo científico de revisão de literatura intitulado “Programação Tangível e promoção do Pensamento Computacional: propostas desenvolvidas no projeto TangIn” que se enquadra numa breve sinopse sobre o ensino da programação, faz um estudo de investigação sobre a programação tangível e “apresentam-se propostas didáticas para a promoção do pensamento computacional através da abordagem STEM (co)desenvolvidas no âmbito do projeto TangIn”. Conclui-se neste artigo que o projeto apresentado é um recurso imprescindível para a introdução de conceitos sobre a programação tangível e o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Este estudo refere a importância de se continuar a investir neste tipo de projetos que potenciam este tipo de programação.

Por fim, analisou-se a tese de doutoramento “Aprender Matemática com Recurso a Tecnologias- Robots na sala de aula” da investigadora Lopes (2016, p.4) com objetivo de compreender de que forma o uso de tecnologias, com foco nos Robôs, contribui para que os alunos desenvolvessem competências como: “a literacia, o pensamento e o raciocínio estatístico, produzindo significado e fomentando a aprendizagem da Estatística e a aprendizagem da Cidadania”. É uma investigação de natureza qualitativa com uma análise de dados interpretativa e uma amostra de dezasseis alunos que integravam uma turma do oitavo ano.

A investigadora conclui que os alunos desenvolveram capacidades relacionadas com o raciocínio processual integrado e também desenvolveram competências de comunicação e argumentação, reflexão e de análise crítica. Em relação às atitudes por parte dos alunos, constata-se que estes assumiram um inter-relacionamento de colaboração, de respeito e cumplicidade, valores fundamentais que integram a disciplina de Cidadania. A autora refere também a atitude positiva dos alunos perante a disciplina da Matemática.

Em suma, os estudos acima supracitados validam a importância da utilização da programação de robôs, através de ambientes de programação visual ou tangível, na aprendizagem da Matemática, que transcendem os conteúdos programáticos e contribuem para o desenvolvimento da competência “Relacionamento Interpessoal” e aquisição de valores como “Cidadania e Participação” e “Curiosidade, Reflexão e Inovação” definidos no documento orientador das aprendizagens “Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (Martins et al., 2017).

Capítulo III – Metodologia de Investigação

Neste capítulo apresentam-se as opções de caráter metodológico, fundamentam-se as características da investigação, os procedimentos de implementação, de recolha e tratamento de dados.

3.1 Características da Investigação

Com este estudo, pretendia-se perceber a influência da criação de ambientes de aprendizagem, norteados pelo princípio da sustentabilidade, que recorrem a metodologias ativas envolvendo a programação de robôs, para o desenvolvimento da capacidade de Resolução de Problemas. Em linha com o problema formulado, a presente investigação enquadra-se no paradigma qualitativo ou interpretativo, pois o foco está na “compreensão, [no] significado e [na] ação” (Coutinho, 2021, p. 17). Segue-se a fundamentação e descrição da metodologia, ou seja, a descrição do método e de todas as escolhas do investigador durante o processo de investigação.

Coutinho (2021) cita Cohen e Manion (1990) para referir que a investigação qualitativa é considerada uma investigação interpretativa e caracteriza-se pela preocupação constante com os indivíduos e a forma como interpretam o mundo. Esta metodologia centra-se no quotidiano do fenómeno em estudo e desenvolve-se em contexto natural.

Por sua vez, Bogdan e Biklen (2013), definem a investigação qualitativa através de cinco características, designadamente: a recolha dos dados é feita em ambiente natural, em contacto direto com o ambiente do estudo, e o investigador é o principal condutor da investigação; a sua dimensão descritiva, ou seja, os dados são recolhidos com base em palavras ou imagens e não em números ou símbolos numéricos; o foco do investigador centra-se mais no processo do que no resultados obtidos; a análise dos dados centra-se no método indutivo, as relações surgem à medida que se recolhem, refinam e analisam os dados; o contexto, a natureza, a interação dos participantes no estudo são extremamente importantes na investigação.

Os investigadores qualitativos estabelecem estratégias e procedimentos que lhes permitam tomar em consideração as experiências do ponto de vista do

informador. O processo de condução de investigação qualitativa reflete uma espécie de diálogo entre os investigadores e os respetivos sujeitos, dado estes não serem abordados de uma forma neutra. (Bogdan & Biklen, 2013, p. 51)

Denzin e Lincoln (1994), citados por Aires (2011), consideram que, na globalidade, o processo de investigação qualitativa pressupõe uma conexão entre os três níveis de atividade geral, que podem denominar-se como:

(1) teoria, método e análise”, “(2) ontologia e epistemologia e (3) metodologia. Implícita a estes níveis está a biografia pessoal do investigador e perspectiva em relação à classe, cultura e visão étnica do contexto social dos participantes. Segundo Aires (2011), os autores citados agrupam o processo de investigação em cinco etapas: “ 1) investigador e investigado enquanto sujeitos multiculturais; 2) paradigmas e perspectivas interpretativas; 3) estratégias de investigação; 4) métodos de recolha e análise do material empírico; 5) interpretação. (Aires, 2011, p. 15)

Bogdan e Biklen (2013) consideram que os investigadores só podem dar a conhecer o resultado da sua investigação do modo como ela é compreendida pelos mesmos e consideram importante o pensamento subjetivo, dado que as vivências, a cultura e perspectivas do investigador podem interferir no estudo.

3.1.1 Natureza da Investigação

O presente estudo tem como pressupostos realizar uma investigação que se enquadra no paradigma qualitativo ou interpretativo. Esta abordagem permite que o investigador tenha uma visão mais ampla sobre os dados e as suas interpretações, os valores expressos mais ou menos explicitamente pelos indivíduos. Tendo em vista esta perspectiva, Aires (2011) refere que a validade do estudo vai também depender, segundo Erikson (1986), da colaboração e da relação de confiança estabelecida entre o investigador e indivíduos participantes no estudo.

Na perspectiva de Aires (2011), o paradigma interpretativo pressupõe uma estrutura realista que compreende várias realidades e em que o investigador e os participantes compreendem e adquirem conhecimento e da aplicação de um conjunto de métodos num ambiente de estudo natural. Esta autora cita Denzin e Lincoln (1994) para referir um

conjunto de pressupostos que devem integrar este paradigma, especificamente: “credibilidade, transferibilidade, dependência e confiabilidade” (Aires, 2011, p.19).

3.1.1.1 Estudo de Caso

Segundo Ponte (2006), o estudo de caso assumiu grande protagonismo na realização de investigações, nomeadamente em teses de mestrado e de doutoramento, em vários países, nas mais diversas áreas, nomeadamente na investigação.

O estudo de caso é definido por Merriam (1888), citado por Bogdan e Biklen (2013), como uma investigação que tem como objetivo observar, pormenorizadamente, um contexto, um indivíduo, de documentos ou sobre acontecimentos.

Um serviço hospitalar, um professor, uma escola, uma junta de freguesia, um doente crónico, uma comunidade de etnia cigana, uma política social, eis apenas alguns exemplos de variáveis para as quais o estudo de caso é a metodologia de investigação que melhor se aplica. Por vezes é mesmo a única. (Coutinho, 2021, p. 343)

Yin (2010), citado por Menezes e Oliveira, (2017), define o estudo de caso como uma investigação experienciada que investiga um fenómeno contemporâneo em profundidade e no seu contexto natural, sobretudo quando os limites entre o fenómeno e o contexto não são claramente evidentes.

No estudo de caso, tal como a expressão indica, examina-se o caso (ou um pequeno número de casos) em detalhe, em profundidade, no seu contexto natural, reconhecendo-se a complexidade e recorrendo-se para isso todos os métodos que se revelam apropriados. (Gómez, Flores & Jimenez, 1996; 1998; Yin, 1994, citado por Coutinho, 2021, p. 365)

O objetivo desta investigação é compreender em profundidade o problema num determinado contexto natural num período bem definido, através da observação e da recolha de dados. Deste modo, pretende-se saber o “como” e o “porquê” da problemática enunciada no Capítulo I.

Bogdan e Biklen (2013) consideram que este tipo de investigação pode ter diferentes níveis de dificuldades, podendo ser realizado quer por investigadores iniciantes quer por aqueles que já têm experiência. Estes autores criam uma metáfora do estudo de caso e comparam-o a um funil, sendo o início do estudo representado pela ponta mais larga do objeto, na qual os investigadores procuram fontes de dados e quando creem terem encontrado o seu ponto de interesse, tendem a ponderar qual o grau de potencialidade para o seu estudo se realizar. Na etapa seguinte, recolhem, exploram-os analisam os dados. Depois, estipulam tarefas, selecionam os entrevistados e categorias a desenvolver. Durante a investigação, tendem a deixar de parte ideias e perspectivas que tinham em mente inicialmente para enveredar por novos que sejam mais adequados. À medida que o nível de conhecimento dos investigadores se vai aprofundando, tendem a escrutinar os aspetos particulares referentes ao contexto, indivíduos ou fonte de dados considerados como objeto de estudo. Na etapa de recolha de dados, são realizadas atividades no ambiente de estudo, participantes, artefactos e temáticas. Depois desta etapa, os estudos são direcionados para uma mais apurada, a análise e a escrita da investigação.

De acordo com Coutinho (2021), se o caso for uma turma, este pode ser estudado como um todo, ou seja como uma unidade de análise ou por várias subunidades, tendo-se nesta investigação optado por estudar a turma como um todo.

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

Aires (2011) considera que, para a eficácia da recolha de dados, é importante que o investigador seja criterioso na seleção das técnicas e respetivos instrumentos de recolha de dados a utilizar, pois desta seleção depende o cumprimento dos objetivos do trabalho de campo.

Segundo Coutinho (2021), embora seja possível a utilização de técnicas quantitativas, a predominância é a utilização de técnicas qualitativas.

Yin (1994), citado por Coutinho (2021, p. 342) salienta a importância de se respeitarem três princípios básicos para uma recolha de dados eficaz:

- Usar múltiplas fontes de evidências.
- Construir, ao longo do estudo, uma base de dados.

- Formar uma cadeia de evidências. (p. 342)

Dependendo do método adotado, podem ser indicadas diferentes técnicas e respetivos instrumentos de recolha de dados. Assim, de acordo com Coutinho (2021), a recolha de dados num estudo de caso normalmente utiliza técnicas de inquirição, técnicas de observação e técnicas de recolha documental. Na técnica da inquirição, o principal instrumento utilizado no âmbito da metodologia qualitativa é o guião da entrevista individual ou de *Focus Group* (embora neste último também esta implícita a utilização da técnica de observação). Nas técnicas de observação, o diário de bordo ou grelha de observação; e o guião do plano de gravação através de áudio ou vídeo (e os respetivos dispositivos de gravação) constituem os principais instrumentos de recolha de dados. Por sua vez, nas técnicas de recolha documental inclui-se o plano de recolha de dados que pode incluir, por exemplo, a recolha de documentos que permita a caracterização dos participantes, as produções escritas dos estudantes e até dados presentes na literatura, através da ficha de leitura.

3.2.1 Observação - Diário de Bordo

Como o papel do investigador é participante permite que o mesmo tenha acesso às perspetivas dos participantes e do modo como interagem perante a problemática e correspondem aos desafios propostos. Deste modo, para a recolha de dados, torna-se pertinente a utilização de um “diário de bordo” como instrumento de recolha de dados.

O diário de bordo constitui uma ferramenta fundamental a utilizar no estudo de caso. Esta ferramenta tem como objetivo ser o instrumento onde o investigador vai registando as notas retiradas das suas observações no campo.

3.2.2 Inquirição - Inquérito por Questionário ou Entrevista

A inquirição é uma das técnicas que permite a recolha de dados, cuja origem epistemológica designa que é o meio ou a ação pela qual se tenta descobrir informação de forma organizada. Esta técnica tem como finalidade estudar acontecimentos reais situados num determinado tempo e integra duas variáveis: o grau de objetividade das perguntas e se o investigador está ou não presente na altura da inquirição. Através da intersecção das

variáveis acima referidas é possível determinar quatro tipos de inquérito, tal como exemplifica a Tabela 3.

Tabela 3 - Técnicas Qualitativas de Recolha de Dados - Inquirição
 Fonte: Adaptado de Colás, 1992, p.255 (Aires, 2011, p. 24)

Grau de diretividade das perguntas	Situação do investigador no ato da inquirição	
	O investigador	
	está presente	está ausente
Menor diretividade	Entrevista pouco estruturada.	Questionário pouco estruturado
Maior diretividade	Entrevista estruturada.	Questionário estruturado

Segundo Coutinho (2021), a inquirição é uma técnica que normalmente pressupõe como instrumentos o guião da entrevista ou o questionário. O guião da entrevista integra as questões e a sequência pela qual foram colocadas ao inquirido, que podem incluir duas categorias: “diretivas ou estruturadas; semidiretivas ou semiestruturadas.”

No presente estudo, para recolha de dados, foi implementada esta técnica, na modalidade de entrevista, em grupos de cinco elementos, a todos os que participaram na implementação dos diferentes problemas. (ANEXO I)

A entrevista realizada centrou-se na realização de perguntas com um grau maior de diretividade e o investigador esteve sempre presente, uma vez que também assumiu o papel de entrevistador.

Bogdan e Biklen (2013) referem que a entrevista é um tipo de inquérito que integra uma conversa intencional que tem como finalidade obter informação através de uma interação entre o entrevistado e o entrevistador, que nunca seria conseguida através de um questionário, podendo o entrevistador pedir elucidações complementares para esclarecimento de dúvidas. Estes autores consideram que este instrumento pode ser implementado de duas formas: “como meio predominante através do qual o investigador recolhe os dados ou pode ser realizada com “a observação participante, análise de documentos e outras técnicas” (Bogdan & Biklen, 2013, p. 134).

Para implementar este instrumento é necessário que o investigador realize um guião da entrevista estruturado dividido em categorias, objetivos específicos e questões e a análise descritiva dos resultados obtidos.

Os autores acima citados consideram que na entrevista presencial, os investigadores devem considerar três aspetos: a influência do entrevistador no entrevistado; as diferenças que possam existir entre os entrevistados (género, idade, culturais) e, por último, a justaposição de diferentes fatores da comunicação (entoação, expressão facial, mímica, postura). Ocorre que estes fatores não são neutros e podem influenciar as respostas do entrevistado, face à expectativa e tipo de resposta que o entrevistador espera.

Carmo e Ferreira (2008) referem que as entrevistas assumem diferentes tipologias com a finalidade de se adequarem ao contexto e intuito do investigador. Estes autores diferenciam as seguintes categorias e subcategorias de entrevista, tal como estruturado na seguinte Figura 16.



Figura 16 - Tipos de Entrevista
Fonte: Adaptado de Carmo e Ferreira (2008, p. 166)

A categoria em que se enquadra a entrevista realizada no presente estudo de investigação define-se como informal, em profundidade, aplicada pelo investigador como observador participante.

Os autores acima supracitados caracterizam os diferentes tipos de entrevistas de acordo com as seguintes variáveis: número de perguntas, ordem, forma, tópico predominante, nível de interação e grau de simplicidade de análise. Tendo em conta as variáveis acima referidas, os diferentes tipos de entrevista diferenciam-se pelos seguintes aspetos: a entrevista clínica é utilizada com fins terapêuticos e é dada toda a liberdade ao entrevistado e na quantidade que o mesmo partilha; a entrevista em profundidade é adequada a contextos de orientação e aconselhamento técnico, mas patenteia ainda um enorme nível de diálogo e aprofundamento na forma como a temática é apresentada ao

entrevistado; a entrevista livre e a entrevista centrada caracterizam-se por serem mais informais e normalmente são utilizadas nos estudos de exploração; as entrevistas com perguntas abertas ou fechadas devem apresentar uma estrutura mais formal, o grau de liberdade da resposta é menor assim como o nível de profundidade dos resultados obtidos.

Bogdan e Biklen (2013) referem ainda que a entrevista qualitativa varia relativamente quanto à sua estrutura, podendo ser abertas quando têm como base questões gerais ou tópicos. Relativamente às entrevistas muito abertas, ou seja, entrevistas não estruturadas, não há um fio condutor com questões formuladas ou guiões e o entrevistador estimula o entrevistado a falar sobre um tema de interesse, sendo que, nestas entrevistas, o entrevistado tem um papel preponderante sobre a definição do conteúdo da entrevista.

Carmo e Ferreira (2008) distinguem três momentos determinantes na realização da entrevista: antes, durante e depois. Na perspetiva dos autores acima citados, antes da entrevista, o investigador deve planificar detalhadamente os seguintes procedimentos: definir o objetivo, construir o guião da entrevista, selecionar os entrevistados e prepará-los, definir o tempo e o local em que a mesma se realizará e preparar os entrevistadores. A formulação das perguntas exige que se sigam alguns critérios, nomeadamente: a objetividade, a clareza a coerência, a credibilidade, abrangência de todos os temas e a relevância para o estudo.

Os autores Bogdan e Biklen (2013) referem que ao implementar a entrevista, o entrevistador deve informar os participantes sobre o objetivo/ finalidade da sua realização e referir que o que for dito será estudado de forma confidencial.

Por sua vez, Carmo e Ferreira (2008) consideram importante que, durante a entrevista, o entrevistador saiba escutar e gerir os diferentes momentos, controle a quantidade e qualidade da informação e assuma uma posição de escuta, sem cortar a palavra ao entrevistado.

Ainda na perspetiva de Carmo e Ferreira (2008), o entrevistador deve estar consciente de certos erros, de modo a evitar as seguintes situações: se as perguntas são claras e compreendidas pelo entrevistado, tal como preconizado pelo investigador; a possibilidade de as questões fechadas não abrangerem todas as respostas possíveis; a

existência de perguntas que não são pertinentes para o estudo; a inexistência de perguntas importantes; a adequação da dimensão do questionário ao entrevistado; o nível de dificuldade das perguntas.

Após a realização da entrevista torna-se pertinente descrever observações sobre o comportamento verbal e não verbal do entrevistado, assim como os detalhes sobre o ambiente em que a mesma se realizou (individual, em grupo, em público).

Os autores acima referidos referem a importância de realizar um planeamento detalhado e uma estruturação deste processo, o que envolve várias etapas. Carmo e Ferreira (2008) referem que o inquérito por questionário também é uma prática realizada nos estudos de investigação qualitativa.

A entrevista foi em *focus group*, tendo-se dividido os alunos em três grupos de cinco alunos e um de seis. Para a sua formação, o investigador utilizou os seguintes critérios: que os indivíduos não estivessem integrados nos mesmos grupos de trabalho dos últimos problemas, de forma a obter uma maior heterogeneidade nas respostas.

Na execução da entrevista, foram tidos em consideração alguns critérios que podem contribuir para a eficácia dos objetivos propostos, mais especificamente: a apresentação do tema deve ser simples e clara; as instruções devem ser curtas, acessíveis e objetivas; a apresentação gráfica foi adequada ao público-alvo.

Antes de ser realizada a entrevista, foi realizada a pilotagem para verificar se cumpria com os seguintes critérios: clareza, objetividade e extensão adequada à faixa etária dos alunos.

De acordo com Aires (2011), a pilotagem dos instrumentos, deve ser aplicada a um reduzido número de indivíduos que não que não façam parte do estudo, podendo precaver algumas falhas que estes instrumentos apresentem e possibilitam a sua reformulação antes de serem aplicados.

Antes de os instrumentos de recolha de dados terem sido aplicados, foi elaborado um protocolo do qual constam as autorizações à direção do agrupamento e aos encarregados de educação dos participantes, onde é referido o propósito da realização da investigação e que será salvaguardada a identidade dos participantes e a confidencialidade dos dados recolhidos.

3.2.3 Recolha Documental

A recolha documental é uma técnica que prevê a recolha de diferentes tipos de documentos: legislação, agendas, cartas, memorandos, cartas, jornais, produções dos alunos, etc. Na perspetiva de Bogdan e Biklen (2013), esta recolha de material tem como finalidade complementar a validação de fontes distintas e adicionar informações relevantes à investigação.

No processo de recolha de dados num estudo de caso, Yin (1994), citado por Coutinho (2021), refere ser fundamental que o investigador honre os três princípios básicos, designadamente: a utilização de diversas fontes de evidências, a construção de uma base de dados e a triangulação das evidências.

No presente estudo, foi elaborado um plano de recolha de documentos, nomeadamente, os que permitiram a caracterização dos alunos; as folhas de registo realizadas pelos alunos durante a aplicação dos problemas, e ainda as fichas de leitura preenchidas durante a revisão da literatura.

3.3 Esquema de Investigação

De modo a dar-se resposta às questões de investigação formuladas elaborou-se um esquema de investigação explorado na Tabela 4 que estabelece o paralelo entre as diferentes fases da investigação, a técnicas e respetivos instrumentos de recolha de dados.

Tabela 4 - Esquema de Investigação

Fases de Investigação		Técnicas		Instrumentos
Revisão de literatura		Recolha documental		Ficha de leitura
Caraterização da Turma	->	Recolha documental	->	PCT; relatório de caracterização
Desenho e planificação das tarefas e criação e pilotagem dos instrumentos de recolha de dados (entrevista <i>Focus Group</i>)				
Implementação	->	Observação	->	Diário de bordo; gravador de áudio e vídeo
	->	Inquirição	->	Guião da entrevista <i>Focus Group</i>
	->	Recolha documental	->	Folhas de registo das resoluções das atividades propostas

O presente trabalho de investigação foi implementado durante o ano letivo 2021/2022, bem como parte da recolha de dados, através da observação direta e da realização do instrumento diário de bordo. A entrevista aos alunos foi realizada em setembro de 2022, ano letivo 2022/2023. A revisão bibliográfica foi feita ao longo do ano e terminou em dezembro de 2022, tal como se apresenta na Figura 17.

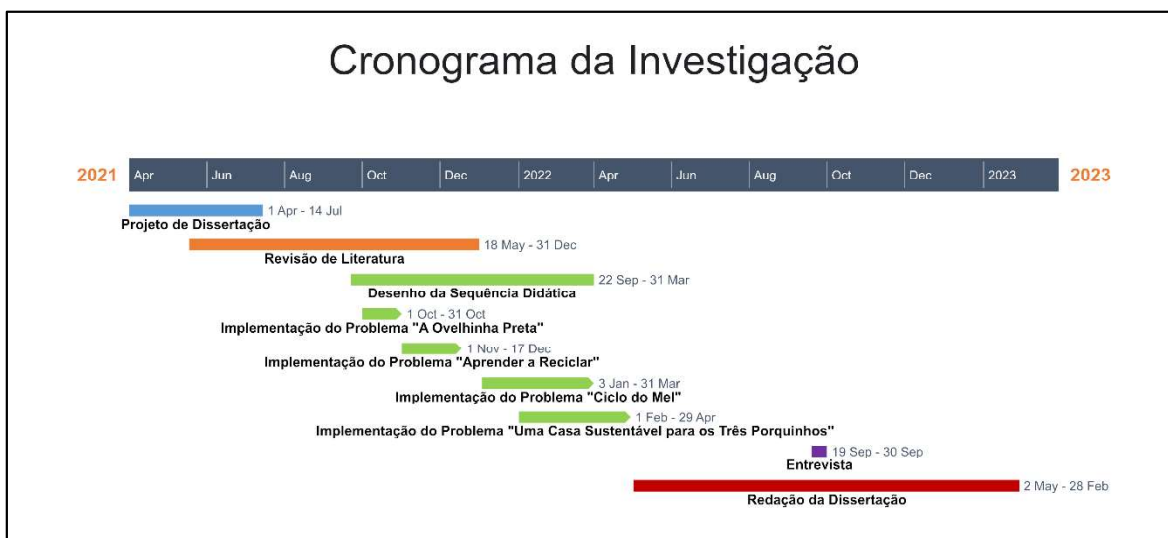


Figura 17 - Cronograma da investigação

3.4 Análise dos Dados

Esta fase da investigação consiste no processo de decomposição de todos os dados recolhidos que serão selecionados por categorias e examinados de forma sistemática, uma identificação detalhada de padrões e a ponderação das perspetivas dos participantes.

Após a recolha de dados, o investigador terá de fazer o tratamento, seleção e análise de toda a informação recolhida.

Segundo Coutinho (2021), o primeiro passo para se proceder à verificação dos requisitos dos dados recolhidos é verificar qual: a validade, a relevância, a especificidade e clareza, a profundidade e a extensão. Este método é extremamente importante no processo de investigação.

Na investigação qualitativa, não existe uma estrutura muito rígida que oriente a análise dos dados recolhidos. Todavia, o investigador deve definir categorias e indicadores que lhe permitam fazer uma análise baseada nas evidências que a recolha de dados proporciona.

Para a análise dos dados obtidos, no presente estudo, foi realizada a Tabela 5 na qual estão definidas as categorias que possibilitaram analisar os dados, de acordo com as questões de investigação.

Questão	Categorias
Como se caracterizam as estratégias de resolução de problemas utilizadas?	Utilização de diferentes estratégias utilizadas na resolução de problemas: eliminação, decomposição, tentativa erro, começar do fim para o início, simulação, validação, experimentação, esquematização.
Como se caracterizam as práticas de pensamento computacional utilizadas?	Estratégias previstas nas dimensões do pensamento computacional: abstração, decomposição, reconhecimento de padrões, algoritmia, depuração e otimização dos processos.
Como se caracterizam as dificuldades que emergem na resolução de problemas e respetiva programação de robôs?	Comunicação matemática, mobilização de conhecimentos (conexões internas/ externas), programação, raciocínio.
Como se caracteriza o envolvimento dos alunos?	Colaboração, cooperação, partilha, comunicação, perseverança, flexibilidade, motivação, interesse, autoconfiança e liderança.

O procedimento seguinte consistiu na leitura e transcrição das entrevistas, na análise dos documentos produzidos pelos alunos e nas observações anotadas no diário de bordo. O tratamento e a interpretação dos dados recolhidos foram realizados através da análise e da triangulação de dados, ou seja, a correspondência entre os dados obtidos na análise da entrevista, registo das observações realizadas pelo investigador durante a implementação e análise documental.

3.5 Caracterização dos Participantes e do Contexto de Estudo

Esta investigação decorreu num centro escolar frequentado por alunos do pré-escolar e do primeiro ciclo. O grupo turma, com o qual foi desenvolvida esta investigação,

integra vinte e um alunos do primeiro ano do Ensino Básico. A turma é constituída por 11 alunos do género feminino e nove alunos do género masculino, com idades compreendidas entre os seis e sete anos. Destes alunos, verificou-se que seis alunos tinham uma relação de parentesco, uma vez que havia três pares de gémeos, pelo que foram separados na constituição dos grupos de trabalho. Em relação à frequência no pré-escolar, todos os alunos frequentaram a mesma turma desde os quatro anos de idade, repartidos por duas turmas mistas. No que concerne à aprendizagem há a referir que todos os alunos frequentaram o primeiro ano pela primeira vez e não havia nenhum aluno referenciado ao abrigo do Decreto-Lei n.º 54/2018, de 6 de julho. O comportamento dos alunos era considerado bom e não se verificou qualquer tipo de atitude desajustada ao padrão normal para a faixa etária.

Os participantes estão identificados pelos códigos apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Codificação dos Alunos

Idade		Género	Nr. ° de alunos	Codificação
Condicionais	5 anos até novembro 6 anos (dezembro até junho)	Feminino	1	A9, A13
		Masculino	2	A12
Não condicionais	6 anos / 7 anos	Feminino	8	A1, A3, A4, A7, A8, A11, A16, A19
		Masculino	9	A2, A5, A6, A10, A14, A15, A17, A18, A20, A21

Em relação ao contacto com as novas tecnologias, todos os alunos tinham experiências com dispositivos tecnológicos, com ligação à internet, nos computadores, tablets e telefones dos pais, mas não em contexto educativo. Na turma, apenas um aluno tinha experiências com robôs.

No início do ano letivo, após aferição diagnóstica na disciplina de Matemática, constatou-se que os alunos faziam contagens até cinco, relacionavam bem a quantidade à representação numérica, identificavam figuras geométricas e identificavam o cardinal dos de um determinado conjunto. No entanto, a maioria dos alunos revelou dificuldades,

nomeadamente, em reconhecer a posição de um elemento relativamente à lateralidade, coordenação e no reconhecimento de padrões. A nível da resolução de problemas simples, a maioria dos alunos revelou um nível de proficiência suficiente, com a exceção de três alunos.

Depois de ser pedida a autorização à direção do agrupamento, os encarregados de educação foram informados sobre a realização do estudo e foi solicitado a sua autorização para a recolha de dados (fotografias e vídeos). Todos os encarregados de educação concederam a respetiva autorização.

Em relação aos meios tecnológicos, foram utilizados: o quadro interativo para exemplificação, 10 tablets e um dispositivo de Internet sem fios. O agrupamento dispunha de um centro de recursos tecnológicos, tendo emprestado seis robôs Bee-bot e respetivos carregadores e quatro placas Microbit VR2. Os robôs DOC foram emprestados pela Escola Superior de Educação, Instituto Politécnico de Viana do Castelo.

3.6 Implementação da Sequência Didática

A Unesco, juntamente com os respetivos estados-membros, definiu 17 metas a alcançar “Os 17 Objetivos para um Desenvolvimento Sustentável” (ODS) em agenda para 2030, que consiste num plano com as principais prioridades e aspirações ao nível do desenvolvimento sustentável e que tem como finalidade realizar ações para alcançar objetivos e metas análogas. Nestes objetivos, destacam-se os seguintes: a erradicação da pobreza e outras necessidades devem integrar estratégias que desenvolvam a saúde e a educação, que diminuam a desigualdade e potenciem o crescimento económico e, em simultâneo, que reduzam as alterações climáticas e preservem os ecossistemas.

Com base nesta perspetiva e nos pressupostos enumerados no Capítulo I, 1.1, a planificação das unidades didáticas teve sempre em conta os reais interesses e problemáticas dos alunos, privilegiando-se a temática da sustentabilidade que constitui também um dos quatro pilares para a Educação definidos no relatório da Unesco (2022). O facto da escolha do tema do projeto-escola se denominar “As Eco brigadas” e ter os objetivos acima referidos também foi importante e permitiu trabalhar transversalmente em todas as disciplinas.

Acresce também para a escolha da temática o facto de o centro escolar ser uma Eco Escola e estar integrado numa Eco Freguesia. A temática “Preservação do Ambiente” é um dos temas abordados na oferta complementar de escola “Projeto de Integração Local”.

Em seguida, descrevem-se as atividades realizadas com os alunos, que tiveram como finalidade a resolução de problemas para as quais os alunos utilizaram a programação tangível com recurso à programação de robôs. Ao longo do ano letivo, foram propostos quatro problemas, que tiveram como fio condutor a “Sustentabilidade”, integraram conteúdos disciplinares de Português, Matemática, Estudo do Meio e Expressões Artísticas. O nível de complexidade foi aumentado gradualmente à medida que os alunos adquiriram autonomia, espírito crítico, literacia e desenvolveram o pensamento computacional.

Ao longo do ano letivo, foram implementados quatro projetos distintos que envolveram problemas de investigação e dinâmicas de grupo distintas.

Um dos projetos de leitura a nível nacional promovido pelo Plano Nacional de Leitura e adotado pelo agrupamento denomina-se “Dez minutos a ler” e tem como finalidade aumentar o gosto e os hábitos de leitura. Como, no início do 1.º ano, os alunos não sabem ler, pediu-se aos encarregados de educação que, em dias diferentes, cada aluno levasse um livro para a professora ler no início da aula. Uma das obras que mais sensibilizou os alunos foi “O Bando do Mar”, obra recomendada pelo Plano Nacional de Leitura, editada pelo Pingo Doce e pela Associação de Bandeira Azul da Europa, no âmbito do programa Eco- Escolas. A história narrada neste livro sensibiliza para a temática da preservação do oceano e das suas espécies, nomeadamente a problemática do lixo no mar e descreve a aventura que um grupo de animais marinhos viveu para recolher o lixo do mar, uma vez que vários animais tinham ficado doentes, porque o tinham engolido. Foi referido pelos alunos que alguns animais poderiam estar em perigo e até desaparecer.

A questão norteadora do primeiro projeto surgiu com foco no interesse dos alunos pelos animais que podiam desaparecer ou que já tinham desaparecido. Na disciplina de Estudo do Meio, os alunos fizeram uma pesquisa sobre o tema, com a ajuda dos encarregados de educação, e um dos animais mais citados foi o lobo ibérico- *Canis lupus signatus*. Depois de se realizar um “Brainstorming” sobre quais os motivos que estão na

origem da quase extinção deste animal, surgiram as seguintes hipóteses: a falta de alimento, os fogos, a caça e a poluição.


Na disciplina de Português, os alunos exploraram a leitura da obra “A ovelhinha preta” e na disciplina de Expressão Plástica construíram ovelhas com recurso a materiais recicláveis, utilizando as técnicas da pintura e da colagem, como exemplifica a Figura 18.



Figura 18 - “A Ovelhinha Preta”

Entretanto, na disciplina de Matemática, os alunos trabalharam a orientação espacial e realizaram itinerários utilizando as expressões “à frente”, “atrás”, “direita” e “esquerda” e resolveram tarefas como a da imagem, retirada do manual de Matemática Plim, 1.º Ano, Leya, tal como ilustra a Figura 19.

1. O robô Bip quer encontrar o tesouro, mas tem de evitar os obstáculos.
Observa.

Usando as setas de direção , indica o percurso mais curto que o robô deve fazer para encontrar o tesouro.












					
					
					
					
					

Figura 19 - Exercício do Manual

Fonte: Manual de Matemática Plim (Mestre & Gonçalves, 2016, p. 16)

Depois de terem feito vários exercícios semelhantes ao da imagem, foi-lhes proposto o primeiro problema, utilizando as ovelhas feitas pelos alunos e a programação nos robôs Bee-bot.

3.6.1 PROBLEMA I

Tal como aconteceu na história “A ovelhinha Preta”, foi explicado aos alunos que algumas ovelhas se tinham perdido do rebanho do pastor e do Piloto. A abelhinha robô vai procurá-las. O desafio proposto aos alunos era programar o percurso que permitia que a abelha robô recolhesse todas as ovelhas, sem passar pelos lobos ou sem cair nos lagos, tal como representado na Figura 20.

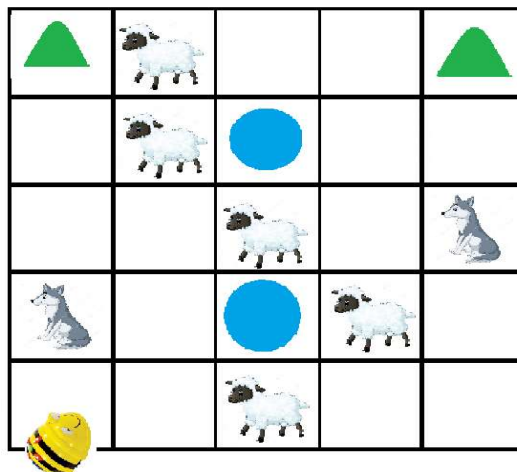


Figura 20 – Mapa do problema “A ovelhinha preta”

Este problema foi realizado no mês de outubro de 2021. Foram escolhidos pela professora grupos de dois elementos para realizar a atividade.

3.6.2 PROBLEMA II

Tendo como base a problemática das espécies em perigo, os alunos debateram como poderiam ajudar a diminuir o lixo e concluíram que a reciclagem seria uma das possíveis soluções. Na disciplina de Estudo do Meio, em articulação com a Cidadania, os alunos trabalharam hábitos saudáveis e a educação ambiental. Em simultâneo com outras atividades, a dinâmica de grupo foi realizada em pares. Para a realização deste problema, os alunos construíram mini eco pontos e trouxeram peças em miniatura da coleção Lidl, como se ilustra na Figura 21 e na Figura 22. Na resolução deste problema, os alunos tiveram de programar, nos robôs Bee-bot e robôs DOC, os itinerários que conduziam os robôs aos ecopontos que se localizavam em pontos estratégicos colocados sobre uma malha quadriculada em K-line (150 x 160 cm).



Figura 21 - Programação Robô Doc



Figura 22 - Ecopontos

Neste problema, foi proposto aos alunos que ajudassem as abelhinhas robôs a combater a poluição no planeta Terra. Para o efeito, tinham como missão especial: verificar nos ecopontos se todos os habitantes reciclaram corretamente os diferentes materiais: plástico, vidro e papel. Para tal, foi proposto aos alunos que aprendessem a reciclar através do seguinte desafio:

Programar as abelhas para que encontrem os ecopontos utilizando o menor número de quadrículas possível.

- Verificar se os ecopontos têm todos os materiais devidamente separados.
- Fazer a separação correta dos materiais nos ecopontos.
- Esta atividade foi simulada pelos alunos na malha representada na Figura 23.

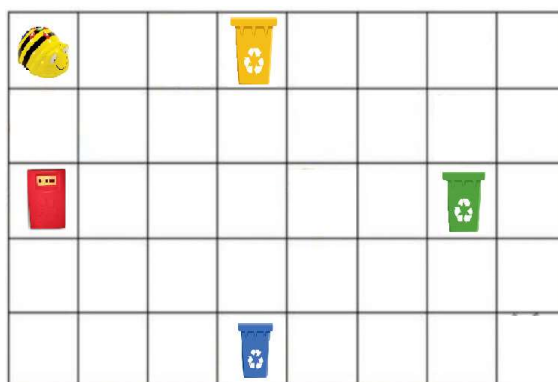


Figura 23 - Malha Quadriculada do Problema Reciclagem

(Dada a importância da temática, os alunos propuseram-se a dinamizar o desafio nos outros anos de escolaridade, durante a hora do intervalo do almoço, desafio este que teve muita adesão de um grande número de alunos.)

3.6.3 PROBLEMA III

Outo facto referido pelos alunos para o desaparecimento de algumas espécies foi a falta de alimento. Para explorar esta problemática, os alunos participaram num painel sobre o tema “A Preservação das Espécies” promovido pelo Centro de Monitorização e Interpretação Ambiental (CMIA) e chegaram à conclusão de que algumas das espécies eram apanhadas muito cedo em termos de crescimento, não tendo tempo para reproduzir e dar continuidade à produção de novas espécies. Outro fator importante é o facto de a polinização ter reduzido drasticamente.

Posteriormente, os alunos ouviram a história “A Abelha” e descobriram o papel fundamental que as abelhas desempenham na polinização, juntamente com outros insetos, e exploraram o ciclo do mel.





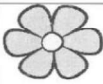







Para dar continuidade ao estudo do tema, o grupo de alunos foi visitar o museu “Do mel ao caulino” onde tiveram uma visita guiada por uma técnica do Geoparque Litoral de Viana do Castelo, que lhes explicou todas as etapas do ciclo do mel, hierarquia e funções na colmeia e fisionomia das abelhas.

Na aula seguinte, os alunos desenharam as abelhas na recolha do pólen e com a ajuda das famílias realizaram pequenas colmeias que foram pintadas nas aulas de expressões, tal como ilustra a Figura 24.



Figura 24 - Pintura das Colmeias

Na etapa seguinte, foi apresentado o jogo “O Ciclo do Mel” e as respetivas regras. Neste foram utilizados dois robôs Bee-bot (abelhas) e um robô DOC (o apicultor). Numa fase inicial, os alunos simularam o percurso que cada personagem teria de fazer e desenharam numa malha quadriculada os percursos que os robôs tinham de realizar até terminarem o jogo, tal como representado na Figura 25.

						
			Entrada para a Colmeia			
						
						
						
Entrada					Robot Apicultor	Saída

- 1- Desenha, com o lápis de cor azul, o trajeto realizado pela abelha robô desde a recolha do pólen até à entrada para a colmeia.
- 2- Desenha, com o lápis de cor vermelho, o trajeto que a abelha robô faz para colocar o néctar nos favos de mel.
- 3- Desenha, com o lápis de cor verde, o trajeto que o robô apicultor faz para a recolha do mel.

Figura 25 - Malha Quadriculada com o Cenário do Jogo

Em seguida, a turma foi dividida em três grupos de cinco alunos e um grupo de seis, tendo sido atribuída uma tarefa a cada aluno pelo chefe do grupo. Durante três tempos de aproximadamente 45 minutos, os alunos realizaram o jogo “O ciclo do mel”. Neste jogo foi explicado aos alunos que para aumentar a produção de mel e proteger a Natureza, as abelhas robôs percorrem as diferentes fases da produção do mel: 1- as abelhas colhem o pólen e levam-no à colmeia para ser entregue às abelhas trabalhadoras; 2- as abelhas da colmeia produzem o néctar e armazenam-no nos favos até que esteja pronto; 3- o apicultor vai até à colmeia e recolhe o mel. Cada equipa recebeu uma folha com as instruções do jogo, fez a leitura para o grupo e atribuiu funções a cada elemento do grupo, sendo que: dois elementos programam robô Bee-bot para recolher o pólen e levá-lo à colmeia, numa segunda etapa outro elemento programa o segundo robô Bee-bot para armazenar o néctar na colmeia e, numa terceira etapa, outro elemento programa o robô apicultor (DOC) para

fazer a recolha do mel e regressar. Há um elemento que faz o lançamento de um dado para indicar o número de quadrículas que o robô deve avançar. Os alunos tiveram de programar os robôs de forma que estes não passassem pela abelha rainha, pois, se isso acontecesse, voltavam ao ponto de partida. O tempo que levaram a realizar o jogo foi cronometrado. A equipa que realizasse todas as etapas corretamente e utilizasse o menor tempo possível ganhava o jogo. Estas etapas encontram-se ilustradas nas Figuras 26, 27 e 28.



Figura 26 - Lançamento Do Dado

Figura 27 - Programação Bee-Bot

Figura 28 - Programação Apicultor

3.6.4 PROBLEMA IV

No terceiro período, na disciplina de Português, os alunos leram e exploraram a fábula “Os Três Porquinhos”, história tradicional. Na disciplina de Estudo do Meio estudaram que há diferentes tipos de casas: apartamentos, moradias e casas geminadas e que os materiais têm diferentes características.

Na fábula “Os Três Porquinhos”, cada um dos três irmãos construiu a sua casa com materiais diferentes: palha, madeira e tijolos. No entanto, só a casa do porquinho mais velho, construída em tijolos, resistiu ao sopro do lobo porque era construída com material mais resistente.

O desafio VI consistiu na construção de uma casa, com diferentes materiais, mas que reunisse condições de segurança e de sustentabilidade.

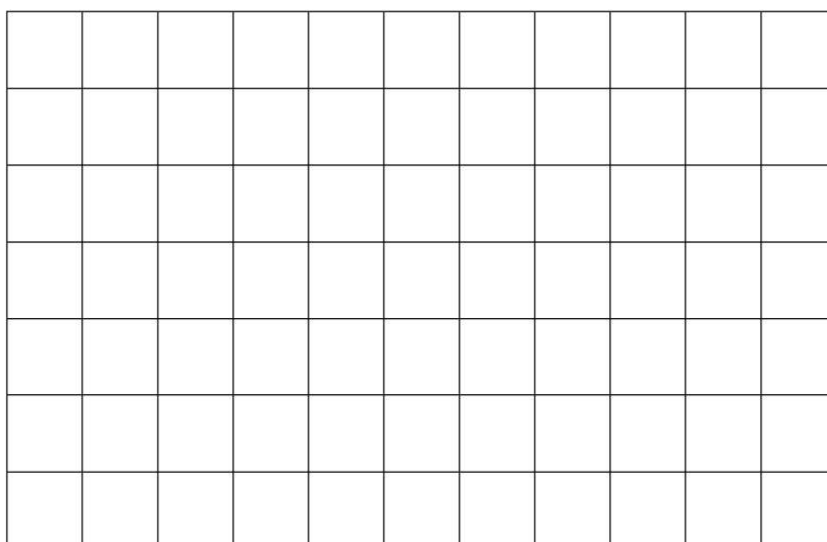
Na disciplina de Matemática, os alunos trabalharam os conceitos de perímetro e área.

Numa fase seguinte, foi explicado aos alunos que teriam de ajudar os dois porquinhos que ficaram sem casa a construir moradias resistentes, bonitas, confortáveis e ecológicas. Essa construção foi feita por etapas.

A primeira etapa consistiu no desenho do projeto. Para tal, os alunos tiveram de projetar a casa cumprindo as indicações dadas. Esta atividade foi realizada individualmente por cada aluno na malha representada na Figura 29.

Pinta:

- de **preto**, o muro a toda a volta do terreno que deve medir 32 unidades de medida do comprimento do lado da quadrícula, com 2 aberturas para 2 portões, um em frente à casa e outro nas traseiras da casa.
- de **cor-de-rosa**, o terreno onde será construída a casa (edifício). Deve medir 16 unidades de medida de área de modo que a casa esteja afastada do muro 2 unidades de medida de área;
- de **amarelo**, o terreno onde será feito um jardim com 8 unidades de medida de área;
- de **verde**, o terreno para a horta que deve medir 16 unidades de medida de área.



 - unidade de medida da área  - unidade de medida de comprimento

Figura 29 – Malha quadriculada para Projetar a Casa

Numa fase posterior, os alunos fizeram grupos de 5 elementos, analisaram os trabalhos realizados na atividade anterior, debateram e escolheram uma planta que obedecesse aos requisitos pedidos no exercício anterior: perímetro do muro (30 unidades de comprimento), perímetro dos 2 portões (4 unidades de comprimento), medida de área da moradia (16 quadrículas), medida de área do jardim (8 quadrículas) e medida de área da horta.

Na aula seguinte, foi explicado que cada grupo teria de passar o projeto do papel para uma placa de K-line com malha quadriculada e marcar com os Post-its de diferentes cores a área de construção da casa, do jardim e da horta, tal como ilustram a Figura 30 e a Figura 31.



Figura 30 - Projeto C1



Figura 31 - Projeto C2

Posteriormente, os alunos trouxeram diferentes materiais (madeira, cortiça, argila, fita de alumínio) e, em grupo começaram a construir as casas. Nesta etapa, foi necessária a ajuda da professora para fazer recortes, colagens com cola quente e pregar. Também foi solicitada a colaboração dos encarregados de educação para a montagem da estrutura. Depois da estrutura do edifício estar pronta, os alunos forraram as caixas com os materiais que dispunham.

De seguida, os alunos colocaram no topo das casas um painel solar que, depois de carregado, ilumina a casa, tal como mostram a Figura 32 e a Figura 33.



Figura 32 - Revestimento em Plástico



Figura 33 - Aplicação do Led

Numa etapa posterior, os alunos realizaram a decoração dos espaços exteriores e reutilizaram alguns materiais. Para a decoração da horta e do jardim, foram feitos frutos, legumes e plantas (flores) com plasticina.

As construções realizadas pelos alunos foram colocadas na biblioteca, colocadas contra o vidro exterior para os painéis carregarem com energia.

Duas aulas depois de os alunos concluírem a decoração do exterior da casa, foi-lhes apresentado o ambiente de programação “micro: bit – make a code”, programação visual por blocos, e as placas Microbit VR2, assim como as respetivas potencialidades. Neste desafio da programação “micro: bit – make code”, utilizando como recurso os tablets. Inicialmente, os alunos exploraram as diferentes funções dos blocos, nomeadamente a programação de imagens e de músicas – FIGURAS 34 e 35.

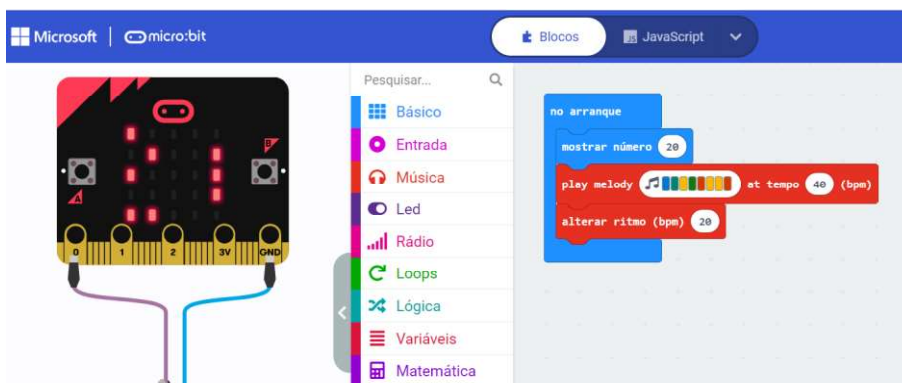


Figura 34 - Programação de Músicas

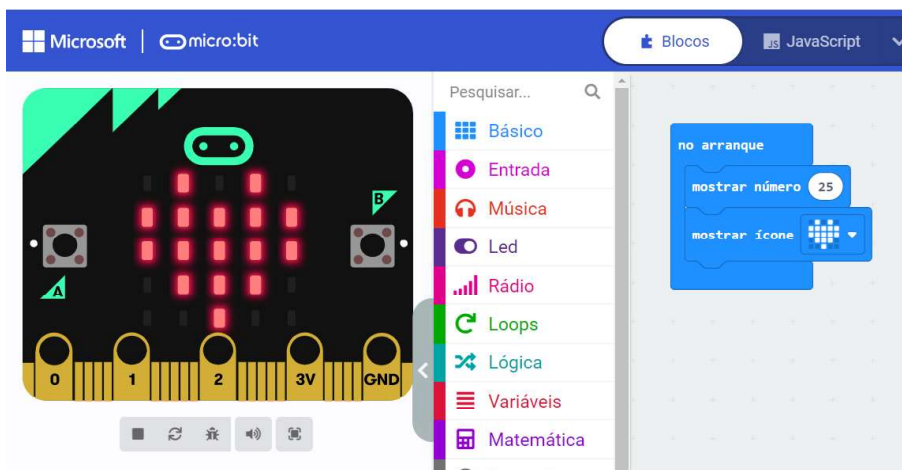


Figura 35 - Programação de Ícones

Numa etapa seguinte, com um nível mais complexo, programaram a medição da temperatura do ambiente em que se encontra a placa VR2 utilizando variáveis, tal como ilustra a Figura 36.

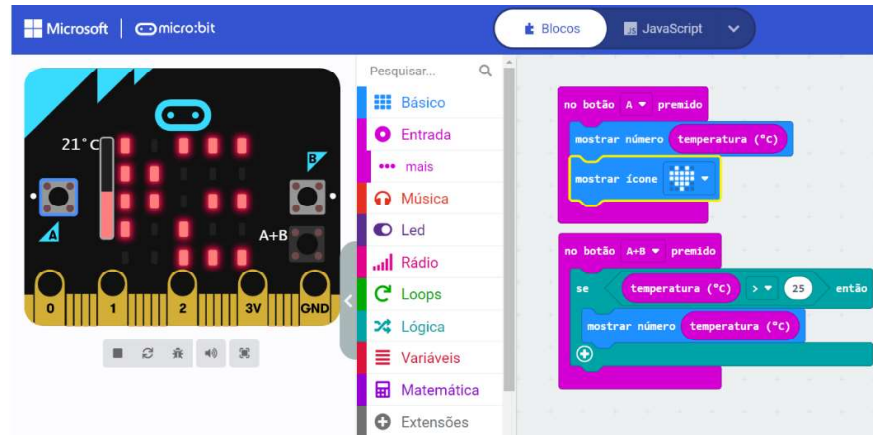


Figura 36 - Programação da Temperatura

Na última fase do projeto, a professora atribuiu uma placa Microbit VR2, a cada grupo de trabalho, identificadas com 1, 2, 3 e 4. Posteriormente, foi pedido a cada grupo que colocasse a respetiva placa dentro da casa que construíram. O objetivo desta tarefa era medir a temperatura dentro das casas construídas pelos alunos com o led solar ligado e desligado e registar numa grelha o número apresentado na respetiva placa. Este procedimento foi realizado durante três dias no mês de junho.

Nas últimas aulas, os alunos apresentaram os resultados da medição realizada sob forma de gráfico de pontos, analisaram e interpretaram os resultados obtidos, tendo concluído quais os materiais mais indicados para construir as casas.

Os alunos apresentaram os seus projetos às diferentes turmas da escola e, no último dia de aulas, os projetos foram apresentados numa exposição aos encarregados de educação.

Capítulo IV – Apresentação e Discussão dos Resultados

Antes de iniciar a resolução de cada problema, os alunos exploraram livremente o manuseamento dos recursos tecnológicos de modo a entender/perceber as funcionalidades e a explorar a sua vertente lúdica. Todos os participantes manifestaram uma enorme vontade de experimentar e adoraram brincar com os robôs, sem nenhuma exceção. Tal como já foi referido, o A20 já tinha realizado esta experiência, mas também foi visível a sua motivação e interesse nestes momentos. Sempre que surgiram dúvidas, o investigador participante e o aluno A21 explicaram aos colegas como funcionavam (Figura 37 e Figura 38).

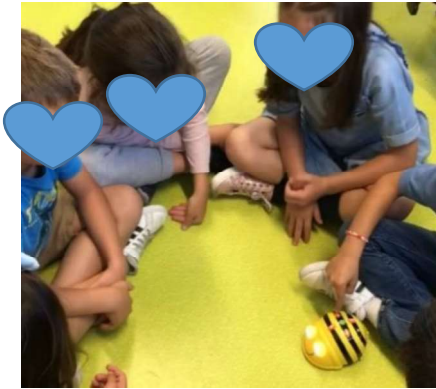


Figura 37 - Exploração Livre



Figura 38 - Carregador dos Robôs Bee-Bot

Nesta fase, os alunos foram divididos em três grupos de cinco e um grupo de seis alunos. Posteriormente, os alunos consolidaram as aprendizagens realizadas na disciplina de Matemática, subdomínio orientação espacial, utilizando os termos: frente, atrás, esquerda e direita (Figura 39 e Figura 40). Para o efeito, foram utilizados os robôs Bee-bot e setas com o tamanho dos quadrados desenhados nas malhas quadriculadas dos tabuleiros de k-line apresentados numa fase posterior.



Figura 39 - Treino da Orientação Espacial/Lateralidade



Figura 40 - Programação dos Diferentes Grupos

Durante estas atividades os alunos ainda tinham dificuldades em distinguir e aplicar alguns dos termos acima referidos e revelaram ainda lacunas neste subdomínio.

4.1 PROBLEMA I

No problema I, os alunos tinham de programar o percurso que permitia que a abelha recolhesse todas as ovelhas, sem passar pelos lobos ou cair nos lagos.

Os alunos programaram as Bee-bot para orientar as ovelhas no percurso a realizar até ao cão pastor Piloto. Inicialmente, desenharam os itinerários numa malha quadriculada impressa em papel, semelhante à do tabuleiro apresentado no jogo. Nesta tarefa, alguns alunos revelaram dificuldades. Ainda não conseguiam traçar linhas retas dentro das quadrículas nem identificavam as seguintes questões: “Quantas quadrículas teve que seguir em frente?”, “Quantas quadrículas teve que recuar?” “Virou para a direita ou esquerda?”. Verificou-se que os alunos ainda não estavam familiarizados com os termos.

A implementação deste problema (outubro) coincidiu com a abordagem da temática “Orientação Espacial” e contribuiu para o desenvolvimento do raciocínio espacial através de experiências físicas com recurso a materiais que sustentem a construção das suas perceções espaciais, especificamente a meios tecnológicos. Há que referir que alguns alunos ainda revelaram dificuldades na aquisição das capacidades de lateralidade, nomeadamente na identificação do espaço que se localiza à esquerda e do espaço que se localiza à direita. Alguns alunos, nomeadamente o A3, A7, A9, A10 e A15 referiam que o robô tinha de virar para a esquerda, mas queriam dizer virar para a direita e, quando

estavam a programar, também ouviam esquerda e programavam para virar à direita, cometeram erros de programação porque não mobilizaram corretamente os conceitos.

Outros alunos, nomeadamente A5, A6, A18 e A19 tiveram dificuldades em ouvir o itinerário ditado pelo seu par e programaram a Bee-bot sem que o colega participasse. Quando trocaram de papel, estes alunos intervieram constantemente na programação dos colegas e, ocasionalmente, pressionaram as teclas de comando quando tinham de ditar oralmente o percurso e não tinham de programar, não deixaram que os colegas participassem. Nestes comportamentos, pudemos registar como áreas deficitárias a capacidade de atenção/concentração e a dificuldade em trabalhar em pares/grupo – áreas fundamentais a explorar no atual contexto educativo.

Faz-se ainda referência aos pares A1 e A21, A2 e A13, A11 e A12 que cumpriram ambos os papéis, de programar e ditar o itinerário, cooperaram com os colegas, mas não interferiram com a função do colega, tendo revelado atitudes de cooperação, flexibilidade e perseverança.



Figura 41 - Tabuleiro “A Ovelhinha Preta” / Programação da Resolução do Problema

A etapa deste problema que os alunos mais destacaram na entrevista foi das técnicas aplicadas para construir as ovelhinhas, referiram a da pintura e de colar o algodão no desenho que lhes foi entregue. Ainda na entrevista, este desafio apenas foi referido por três alunos como o preferido, tendo estes destacado a atividade de realizar a ovelha, designadamente os alunos A4, A7 e A16. Alguns alunos referiram a expressão: “Já não me lembrava”, o que nos remete para o facto de não ter sido significativo. O participante A1

referiu a expressão: “Eu gostei menos porque era muito fácil, não havia um problema”. Na entrevista, vários alunos referiram este problema como o que menos gostaram.

4.1.1 REFLEXÃO

Esta atividade foi a primeira a ser concretizada, no mês de outubro, e a entrevista foi realizada onze meses depois da implementação. Atendendo à multiplicidade de informações que os alunos recebem diariamente, a recolha de informações no imediato teria, certamente, outro impacto. Por outro lado, também pode ter influenciado a dinâmica de grupo utilizada, pares escolhidos pelo professor investigador. Existiu alguma colaboração, comunicação e interação, mas apenas entre os pares. A globalidade dos alunos não revelou proficiência na programação da Bee-bot, pelo que não conseguiram terminar o percurso na totalidade, passando por todas as ovelhas. Alguns alunos utilizaram a estratégia “tentativa-erro” para resolver o problema e para programar, com exceção dos participantes A2, A5, A6, A11, A12, A14 e A 21 que utilizaram a eliminação, ou seja, definiram o trajeto mais eficaz para evitar o lago e os lobos. Os alunos A1, A15 e A19 realizaram o itinerário porque programavam até à etapa em que tinham de virar à esquerda/direita e programavam novamente, tendo concluído o percurso por segmentos de programação.

Alguns alunos esqueciam-se de limpar a programação anterior no comando X e repetiam a programação realizada no trajeto anterior, tendo de voltar a programar novamente e outros programavam o robô, mas este ia de encontro ao lobo e ao lago. São evidências resultantes da inexperiência na programação, no domínio da lateralidade e também em posicionar-se no lugar do robô.

No que concerne às atitudes, verificou-se pouca flexibilidade e perseverança por parte dos pares para ouvirem o raciocínio dos colegas na resolução do problema e na programação. Alertavam sempre que aluno que programava se esquecia, frequentemente, de acionar o comando de limpar o que tinha sido programado anteriormente. Os alunos manifestaram muito empenho e interesse e alguma perseverança em ultrapassar os obstáculos.

É possível inferir que alguns não revelaram ainda capacidades de interpretar o problema, de segmentá-lo em partes para facilitar a sua resolução ou para delinear a definição de um algoritmo. Assim, em suma, verificou-se que revelaram poucas práticas no domínio do pensamento computacional. Frisemos o facto de se tratarem de experiências piloto que envolvem várias competências sociais e cognitivas que precisam de ser consolidadas através de experiências semelhantes.

4.2 PROBLEMA II

No problema II, foi proposto aos alunos que ajudassem as abelhinhas robôs a combater a poluição no planeta Terra. Para o efeito, tinham como missão especial: verificar nos ecopontos se todos os habitantes da localidade reciclaram corretamente os diferentes materiais: plástico, vidro, papel e pilhas (Figura 42). Para tal, os alunos tiveram de programar os robôs para percorrerm todos os ecopontos e verificar se o lixo tinha sido corretamente separado. Caso tal não tivesse acontecido, o par dos alunos poderia proceder à correção, colocando os materiais no ecoponto correto.

Inicialmente, foi proposto aos alunos que desenhassem o trajeto dos robôs, numa malha quadriculada com o desenho do tabuleiro e dos ecopontos, e passassem por todos os ecopontos, mas sem passar por cima dos ecopontos, tal como ilustra a Figura 42.

Esta tarefa foi realizada individualmente e apenas o aluno A5 conseguiu realizá-la passando por todos os ecopontos percorrendo o menor número de quadrículas possível, tal como se ilustra na Figura 42.

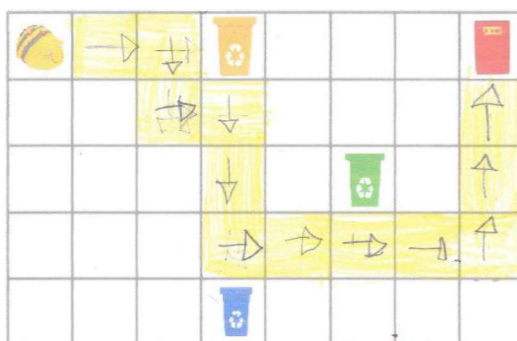


Figura 42 - Itinerário Correto

Vários alunos conseguiram desenhar os itinerários e passar por todos os ecopontos, mas não foram totalmente bem-sucedidos e não percorreram o menor número de quadrículas possível (Figura 43)

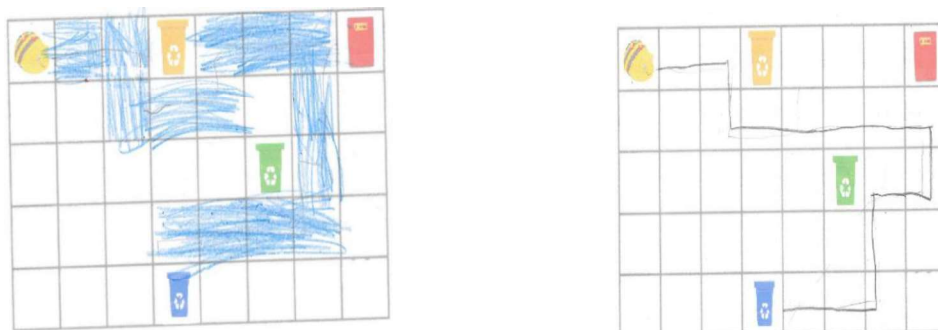


Figura 43 - Itinerários Parcialmente Corretos

A maioria dos alunos, catorze, realizou o trajeto que passou por todos os ecopontos, mas não utilizaram o menor número de quadrículas possível. Estes alunos utilizaram diferentes estratégias, nomeadamente: desenho, tentativa-erro, pinturas e simulações com bolinhas de plasticina. Posteriormente, os alunos contaram o número de quadrículas utilizadas.

Porém, alguns alunos não simularam previamente o percurso, errando o número de quadrículas, não incluíram um ou mais ecopontos no trajeto e, noutra situação, passou por cima dos ecopontos, tal como mostram os desenhos representados na Figura 44.

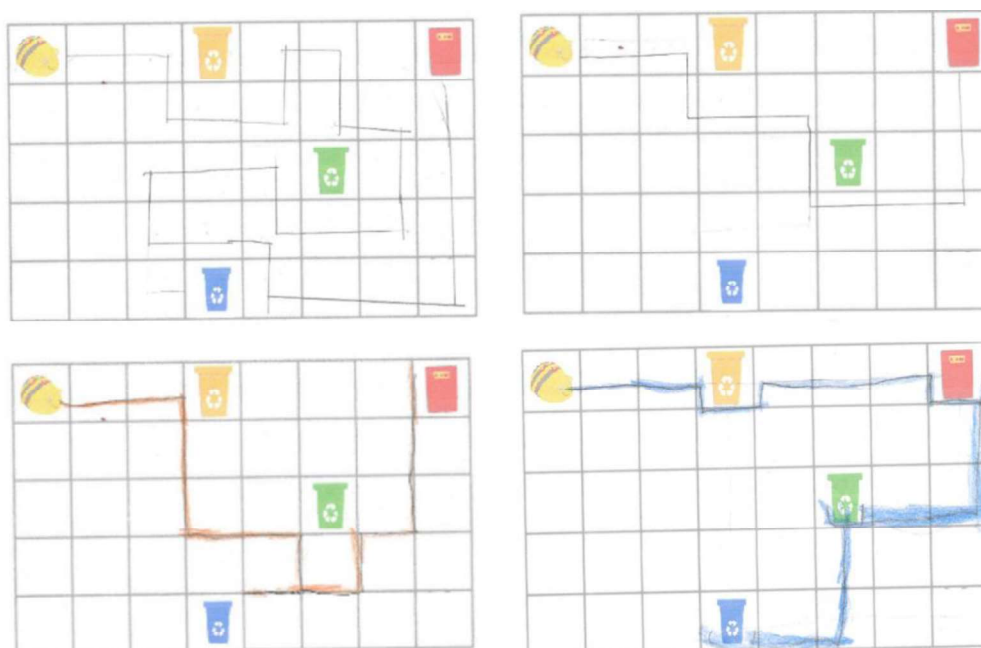


Figura 44 - Desenhos de Itinerários Incorretos /Incompletos

Verifica-se que houve situações em que os alunos interpretaram o enunciado e realizaram o itinerário, mas não mobilizaram conhecimentos que lhes permitissem cumprir com todas as premissas propostas no enunciado, não revelaram conhecimentos suficientes nas competências de resolução de problemas e ainda não tinham as aprendizagens relativas à lateralidade bem consolidadas.

Na parte da programação, os alunos escolheram um colega, para trabalho em pares, com quem gostariam de trabalhar. Todos os alunos programaram o itinerário do robô e realizaram a separação das diferentes embalagens nos ecopontos (Figura 45).



Figura 45 - Programação Reciclagem

Os recursos utilizados foram apelativos, muito semelhantes aos produtos utilizados no quotidiano e potenciavam a vertente lúdica. Os robôs Doc eram novidade, tinham som e aparência mais apelativos. Porém, após a análise das entrevistas, infere-se que teria sido mais significativo se tivessem sido os alunos a produzir as peças do jogo.

A maioria dos alunos participou de forma muito ativa e cooperativa numa dinâmica de trabalho de pares, enquanto um programava o outro verificava os ecopontos e fazia a separação, mobilizando conhecimentos externos de Estudo do Meio e Cidadania. Depois, no mesmo grupo de pares, trocavam e assumiam papéis diferentes, o aluno que tinha programado fazia a separação das embalagens e vice-versa. Na programação dos robôs, antes de se proceder à programação, verificou-se maior diversidade na definição dos itinerários e alguns dos alunos optaram por realizar os itinerários desenhados na malha quadriculada – Figura 43 - enquanto outros recorreram à simulação e à experimentação de itinerários diferentes daqueles que tinham desenhado.

A maioria dos alunos conseguiu separar corretamente as embalagens e não cometeu erros, com exceção dos alunos A7, A9, A15, A18 e A20.

Na programação dos robôs verificou-se maior domínio nas estratégias de programação e uma evolução positiva na capacidade de orientação espacial dos alunos, que não foi observada na resolução do problema anterior. Os alunos mobilizaram os conhecimentos internos e externos para resolver os problemas, tendo-os questionado várias vezes: “Para a direita, não sabes para que lado é para a direita?” ou “Essa não é a direita/esquerda”. Sempre que não conseguiram programar o robô até ao ecoponto, os alunos manifestaram perseverança e tentaram várias vezes até conseguirem.

Verificou-se que os alunos que já tinham realizado o problema quiseram repetir e assistiram às performances dos colegas, sem intervir, mas com vontade de participar. Infere-se, deste modo, muita motivação e interesse por parte dos alunos pela atividade.

Nas entrevistas, vários participantes referiram o Problema II como sendo o preferido, designadamente: A1, A10, A15 e A18. Nenhum dos participantes o referiu como o que menos gostou. A justificação mais aplaudida pelos alunos foi o facto de terem aprendido a separar os diferentes materiais ou lembrado como se fazia a separação nos diferentes ecopontos (A4, A17, A18, A20). O tempo utilizado para a implementação do problema II foi de oito semanas, permitindo que os alunos explorassem os desafios alternadamente. Este projeto foi o mais escolhido para a questão VI “Se tivesses de escolher um projeto destes 4 para ajudar na preservação do ambiente, qual deles escolherias? Porquê?”, justificando os alunos com o facto de que se reciclarem os materiais vão diminuir o lixo e os materiais vão ser utilizados para criar outros objetos, A 20 “Se souber fazer bem a separação, vem o camião leva tudo e depois fazem outros objetos: garrafas, frascos papel novo.”, A 13 “Se deitarmos o plástico para o contentor normal, os animais comem o plástico e ficam doentes”.

Conclui-se que a pertinência do tema foi preponderante e motivadora para a maioria dos alunos, ou seja, no contexto educativo dos alunos representa um problema real e significativo. Os alunos mostraram-se sensíveis à exploração deste tema e a globalidade dos alunos revelou estar mais atento às questões da separação dos resíduos no quotidiano da sala de aula. Sempre que alguma embalagem não foi separada por algum

colega, questionaram-no sobre a sua atitude e colocaram a embalagem no ecoponto. O impacto desta experiência é relevante nas atividades do quotidiano. Sempre que as aprendizagens aparecem contextualizadas e com “utilidade” prática são valorizadas por uma faixa etária muito associada ao mundo do concreto e com sensibilidade ambiental – trabalhada transversalmente em vários níveis de escolaridade e áreas disciplinares, assim como no contexto familiar.

No entanto, o facto de os alunos não terem construído o jogo ou terem apresentado um artefacto que tivesse sido construído por eles, fez com que a envolvimento de alguns alunos não fosse tão grande como era expectável inicialmente. O participante A12 referiu a expressão “O da reciclagem foi o que menos gostei porque foi o único em que não construímos nada”.

Na resolução deste projeto verificaram-se diferentes categorias de proficiência no domínio da programação. Os alunos A2, A7, A19 e A21 programaram com eficácia atingindo um bom nível de abstração, tendo programado todo o itinerário sem dificuldades e de uma só vez.

Um segundo grupo de alunos realizou o itinerário decompondo o trajeto em etapas, ou seja, conseguiam programar pequenos percursos em linha, mas quando o robô mudava de direção, limpavam a memória, e voltavam a programar e assim sucessivamente até passarem por todos os ecopontos. Estes alunos sentiram necessidade de decompor o trajeto, fazendo o mesmo por partes e realizando correções sempre que erravam no trajeto. Alguns destes alunos passaram com o robô por todos os ecopontos, mas não realizaram o trajeto mais curto.

Um terceiro grupo revelou que ainda não dominava a programação e faziam o trajeto por tentativas. Sempre que erravam na programação do trajeto faziam a correção com a ajuda de um dos colegas e, por vezes, voltando ao ecoponto anterior e tentando novamente até conseguirem realizar parte do trajeto. Estes alunos não conseguiram passar por todos os ecopontos.

Constatou-se que os alunos já revelavam alguma proficiência a nível da resolução de problemas, programação tangível e desenvolveram capacidades a nível do pensamento computacional, tendo utilizado diferentes práticas integradas como: a decomposição,

tentativa-erro e a depuração. Verificou-se que algumas crianças aplicaram algumas estratégias de resolução de problemas e utilizaram setas para contar as quadrículas, consultaram os desenhos feitos anteriormente para se orientarem. Os alunos A3, A4, A9, A15, A17 e A19 tiveram dificuldades e não realizaram a maior parte do itinerário. Os alunos A1, A5, A12, A15 e A 18 conseguiram programar o itinerário por etapas, decompondo o trajeto até ao ponto em que tinham de programar para a direita ou para a esquerda.

Tal como referido acima, a consolidação de práticas e de experiências semelhantes conduz a uma maior flexibilidade na execução, por parte dos alunos.

4.2.1 REFLEXÃO

Conclui-se que os alunos já utilizaram um leque mais diversificado de práticas integradas do pensamento computacional, mais especificamente: a abstração, a algoritmia e a decomposição.

Havia diferentes soluções para a resolução do problema, o que possibilitou maior diversidade e criatividade na aplicação de estratégias na programação e na resolução dos problemas.

Verificou-se que, na dinâmica de trabalho de pares, o facto de terem sido os alunos a escolherem os colegas de trabalho possibilitou maior colaboração, interação, comunicação e entreaajuda entre os pares.

Após a implementação deste problema, verificou-se uma maior colaboração dos alunos para realizar a separação dos resíduos e embalagens.

4.3 PROBLEMA III

O problema III foi apresentado à turma sob a forma de trabalho investigação sobre o impacto que as abelhas têm para a polinização e para a biodiversidade. Para perceberem dois termos tão complexos, os alunos investigaram sobre o papel das abelhas e de outros insetos na polinização e, para o efeito, trabalharam o tema “O ciclo do mel”. Para melhor perceberem estes conceitos, os alunos tiveram contacto com outras entidades relacionadas com o tema, nomeadamente: CMIA painel sobre o tema “A Preservação das Espécies” e fizeram uma visita guiada ao museu Do Mel ao Caulino. No museu, os alunos

simularam a “Dança das Abelhas” sob a orientação da guia e perceberam o que era e como é feita a polinização por estes insetos, quais as diferentes funções das abelhas e como era processada a fase de recolha do mel e, no final da visita, provaram o mel, tal como representado na Figura 46.



Figura 46 - Visita de Estudo ao Museu do Mel ao Caulino

Posteriormente, verificou-se um envolvimento dos alunos no desenho das abelhas que iriam ilustrar o jogo a realizar numa etapa posterior sobre o tema “O ciclo do mel”, tal como exposto na Figura 47.



Figura 47 - Desenhos das “Abelhas”

As colmeias que figuram no jogo foram construídas por encarregados de educação e foram pintadas na escola pelos alunos, tal como ilustra a Figura 48.



Figura 48 - Pintura das Colmeias

Depois de construídos os diferentes elementos dos jogos (flores, colmeias) e recriado o interior de uma colmeia, alguns elementos foram colados em duas placas de K-line A2, nas quais tinham sido desenhadas malhas quadriculadas com quadrados de 150 cm por 160 cm, que foram posteriormente plastificadas. Este processo foi repetido duas vezes, foi orientado pela professora com a colaboração dos alunos.

Posteriormente, foram exploradas as instruções e regras do jogo “O Ciclo do Mel”. O grupo de alunos foi dividido em três grupos de cinco alunos e um grupo de seis, tendo sido atribuída uma tarefa. Antes de iniciarem a realização do jogo, os elementos dos diferentes grupos fizeram a simulação do trajeto das personagens robôs a programar e utilizaram diferentes cores para distinguir os itinerários desenhados, tal como está representado na Figura 49, Figura 50, Figura 51 e Figura 52.

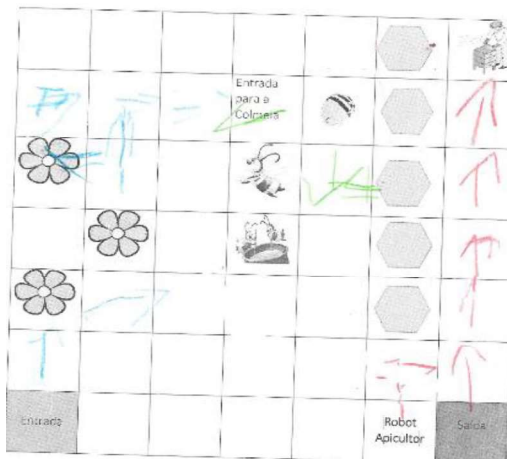


Figura 49 - Itinerários Aluno A14

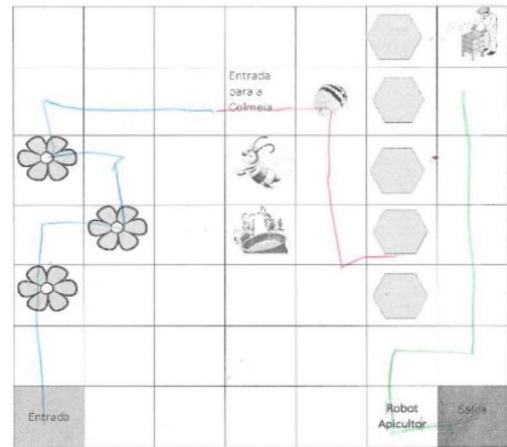


Figura 50 - Itinerário Aluno A18

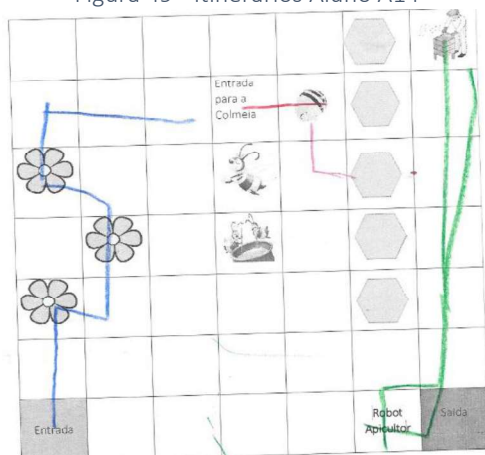


Figura 51 - Itinerário Aluno A7

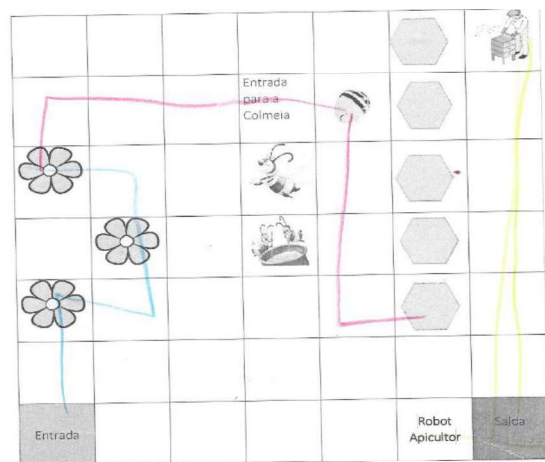


Figura 52 - Itinerário Aluno A21

Após a análise dos documentos foi possível verificar que alguns alunos utilizaram setas para desenhar o percurso, outros traçaram apenas as linhas. A maioria dos participantes não revelou dificuldades em desenhar o itinerário das abelhas que recolhem o pólen das flores, apenas quatro alunos não conseguiram desenhar o itinerário na totalidade, pois interpretaram que este terminava no final da terceira flor. No percurso realizado pelas abelhas que colheram o pólen, dentro da colmeia, oito participantes optaram por desenhar o percurso só para um favo e outros para mais do que um. Verificase que nem todos os alunos desenharam corretamente o percurso do apicultor (ida à colmeia e regresso para a quadrícula saída). Na globalidade, a maioria cumpriu com correção os dois primeiros itinerários, e três cumpriram com correção todos.

O jogo repetiu-se várias vezes para todos os participantes terem a oportunidade de trocar de tarefas alternando os papéis: lançar o dado, programar a abelha que colhe o

pólen, programar a abelha que guarda o néctar nos favos, programar o apicultor, registrar o tempo. Alguns elementos do grupo revelaram pouca perseverança enquanto esperavam pela sua vez de programar e interrompiam o colega que estava a programar, por exemplo. O aluno A6 referiu “Não vêes que não é assim”. Esta intervenção referida pelo aluno representa também uma evolução na sua capacidade de programação. Quando programavam ou observavam os colegas já conseguiam prever o número de quadrículas sem errar ou se algum colega errava tentavam corrigir a programação feita. O colega que atirava o dado assumiu uma postura mais passiva na maioria dos grupos e, por vezes, intervinha na programação.

A programação nas Bee-bot nem sempre foi ao encontro do itinerário que alguns alunos desenharam nas malhas quadriculadas. Um número reduzido revelou dificuldades em fazer a programação do apicultor quando este tinha de regressar à saída e fizeram por “tentativa – erro”.

Na programação do robô apicultor, vários alunos esqueceram-se que ele tinha de fazer o itinerário de ida até à colmeia e de regresso, tendo feito apenas o de ida e não completaram o regresso. Alguns alunos tiveram dificuldades em arranjar estratégias de programação que permitissem que o robô desse uma volta inteira sobre si mesmo para poder regressar à saída. Apenas os alunos A2, A11, A12, A14 e A21 realizaram o itinerário completo do robô apicultor, revelaram perseverança e fizeram várias tentativas até conseguirem programar a meia-volta do robô. O aluno A12 referiu “Se eu programar duas vezes seguidas o robô para a direita ou para a esquerda, ele consegue dar meia-volta”, deduzindo que um quarto de volta mais um quarto de volta dá meia-volta. Para este aluno o mais importante não era ganhar o jogo, mas partilhar a sua descoberta com os elementos dos outros grupos. A questão da partilha de conhecimentos, do aluno como “tutor” do colega, apoiando e orientando os que possuem mais dificuldades é de extrema importância, assim como o desenvolvimento da capacidade de perseverança e de motivação – intimamente associadas.

Quando o dado excedia o número de casas que a Bee-bot podia avançar, os alunos preferiam avançar e depois recuar e só dois optaram por dar “um quarto de volta” e “seguir em frente” fez com que os alunos com maior proficiência utilizassem práticas de

pensamento computacional como a decomposição e depuração. De qualquer modo, o facto de se chegar ao objetivo final usando diferentes caminhos é, igualmente, valorizável. Todos aprendem de forma distinta e mobilizam as suas estratégias diferenciadamente.

Todos os alunos quiseram programar os diferentes trajetos realizados pelos robôs e dois alunos, A9 e A17, choraram porque os colegas não os deixavam programar, apenas lançavam o dado. Alguns elementos assumiram o papel de líderes do grupo e, para não perderem o jogo, revelaram atitudes de menor perseverança e cooperação entre os colegas do próprio grupo, tendo sido necessária a intervenção da professora. Tudo isto foi aprendizagem ao nível da interação entre grupos e no grupo. Aqui a tolerância e o colocar-se no lugar do outro são aprendizagens muito válidas e fundamentais, num ensino e aprendizagem cada vez mais cooperativos.



Figura 53 - Jogo “Ciclo do Mel”

Dois grupos não desmotivaram com o facto de não serem os vencedores e realizaram a atividade até ao final, apesar dos outros grupos já terem terminado, evidenciando perseverança, interesse e motivação.

Apesar de esta tarefa ser um jogo e ter o fator competição, os participantes souberam gerir as emoções quando uma equipa perdia o jogo e a dinâmica de grupo foi muito positiva.

4.3.1 REFLEXÃO

Verificou-se uma evolução significativa na proficiência quer a nível da interpretação e resolução dos problemas, quer a nível da programação e do pensamento computacional.

Constatou-se que, após a representação do problema, os alunos recorreram à decomposição em partes mais pequenas, algoritmia, abstração e depuração, tendo todos grupos finalizado o problema norteador que era representar as diferentes etapas do ciclo do mel através da programação dos robôs.

Após a análise das entrevistas, inferiu-se que nenhum aluno referiu este problema como o que gostou menos. Cinco alunos responderam que foi o que mais gostaram (A5, A8, A 10, A12, A14, A15 e A 17). Os entrevistados justificaram com as seguintes expressões “Falava da Natureza”, “Aprendemos muito sobre as abelhas”, “Gostei mais desse porque falava de animais”, “Fizemos artes e trabalhámos em grupo” e “Programámos os dois robôs”. O participante A12 referiu “O que mais gostei foi o do ciclo do mel porque foi o mais criativo”. Neste problema, os participantes já tinham programado os dois robôs, mas não no mesmo problema. É de referir que a integração da disciplina de Artes já tinha sido referida na implementação do problema I como justificação para a escolha do projeto que mais tinham gostado. Aliar a Natureza, as artes e estes desafios foram os ingredientes perfeitos para motivar os alunos que nesta faixa etária apreciam bem estas três dimensões.

A ABP foi a metodologia utilizada para a implementação do problema III, com abordagem STEAM, e foi determinante para a envolvimento dos alunos e para que todos participassem de forma ativa e colaborativa. O trabalho de investigação, a dinâmica do grupo, a saída de campo ao museu foram instrumentos pertinentes e motivadores. É de salientar que a intervenção dos alunos na construção dos artefactos que integraram as diferentes secções do jogo também contribuíram para que o seu contexto de aprendizagem fosse mais natural e significativo. A participação dos alunos na construção dos jogos permitiu que os mesmos aplicassem técnicas do domínio artístico, o que é extremamente significativa para a aprendizagem.

Na implementação do problema III, os alunos também estabeleceram parcerias com outras entidades promotoras de aprendizagens: CMIA, museu Do Mel ao Caulino e Geoparque Litoral de Viana do Castelo, contextualizando as aprendizagens e tornou-as mais significativas.

Os alunos souberam mobilizar os conhecimentos trabalhados nas diferentes disciplinas para interpretar o enunciado e resolver os desafios propostos nas diferentes etapas do jogo.

Conclui-se que os alunos revelaram uma evolução significativa na capacidade de implementar estratégias de programação dos robôs e na resolução de problemas. Os alunos que revelaram mais dificuldades utilizaram apenas estratégias como “tentativa erro” e “simulação”. Mesmo para estes alunos, foi possível verificar uma evolução positiva, quer a nível da programação, assim como na capacidade de resolução de problemas. Ressalvamos como muito importante o contacto dos alunos com parcerias externas com as quais construíram conhecimentos e a interdisciplinaridade – fundamentais para aprendizagens consolidadas.

4.4 PROBLEMA IV

O que impulsionou o tema do problema IV- Sustentabilidade e poupança energética, surgiu como uma proposta dos alunos, após a apresentação do projeto pedagógico “Poupar é Ganhar”, promovido pela empresa gestora de “*Betweien*”, numa sessão “on line”. Na apresentação deste projeto, abordou-se a problemática da sustentabilidade energética e quais as ações que os alunos podem fazer no quotidiano para poupar energia. Também se falou na utilização de outras fontes de energia: o sol, o vento, as marés, etc.

Na implementação do problema IV, optou-se pela utilização das diferentes metodologias referidas nos capítulos anteriores, através de uma abordagem STEAM, com a exploração de todas as áreas que integram o STEAM. Na disciplina de Matemática, trabalharam-se conteúdos disciplinares como o perímetro e a área; no Estudo do Meio, exploraram-se diferentes tipos de habitações, propriedades dos materiais, tempo atmosférico e plantas; na Engenharia, os alunos tiveram que perceber como funcionavam os led solares e como poderiam ser aplicados, nas Artes, os alunos trabalharam técnicas como a modelagem, o recorte a colagem e, por último, programaram em tablets num ambiente de programação visual por blocos e transferiram os resultados da programação nas placas de “Microbit VR2”.

Antes de iniciarem o projeto, os alunos realizaram algumas experiências com materiais e identificaram algumas propriedades como: a dureza, elasticidade e permeabilidade. Deste modo, inferiu-se que revelavam algumas dificuldades na percepção das propriedades trabalhadas.

Posteriormente, definiu-se que o tipo de habitação a construir seria uma moradia com um espaço para um jardim e para uma horta. Após terem trabalhado a noção de perímetro e área fizeram medições utilizando diferentes unidades de medida. Inicialmente, para medirem a construção dos diferentes espaços, utilizaram uma malha quadriculada impressa numa folha. Os alunos leram o enunciado do problema e aplicaram estratégias, mas a mais utilizada foi a tentativa erro. Os desenhos dos projetos realizados foram apresentados aos restantes alunos e validados (ou não) de acordo com os requisitos exigidos, tal como se observa na Figura 54, 55, 56 e 57.

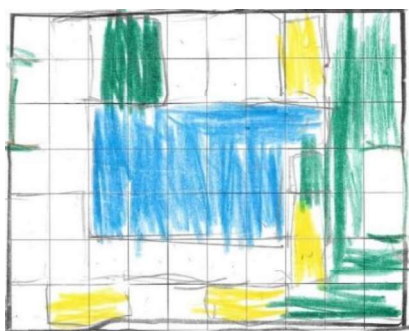


Figura 54 - Projeto A5

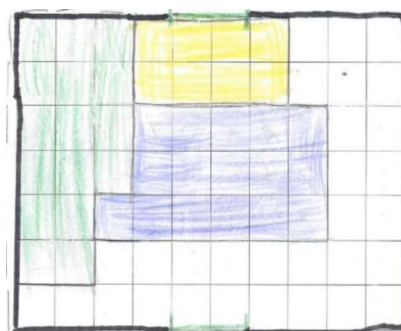


Figura 55 - Projeto A15

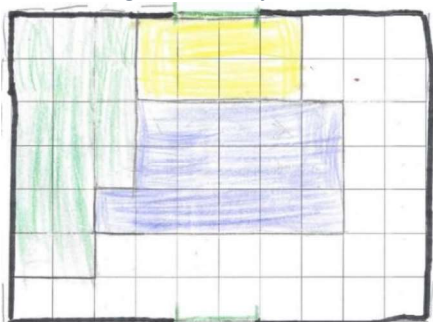


Figura 56 - Projeto A19

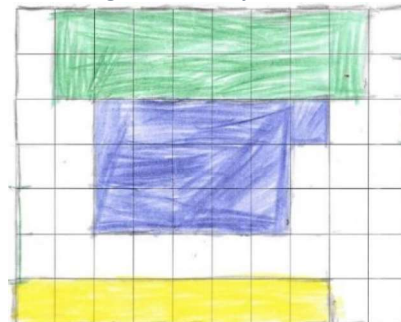


Figura 57 - Projeto A 21

Nem todos os alunos conseguiram cumprir as condições impostas no enunciado e esse facto foi debatido na turma, depois da apresentação dos projetos realizados e projetados no quadro interativo.

Depois de validadas algumas das propostas apresentadas pelos alunos, foram feitos grupos e identificados com os seguintes códigos: C1, C2, C3 e C4. Os diferentes grupos

reuniram com a finalidade de escolher o desenho do projeto que consideravam o melhor para construírem uma moradia. Na aula seguinte, após ter sido escolhido, por maioria, o desenho do projeto da moradia a construir, foi lançado o desafio a cada grupo, consistiu em transpor o desenho do projeto escolhido para a malha quadriculada, quadrículas de 10 cm por 10 cm, traçados em placas de K-line (110 x 100 cm), tal como representado nas Figuras 58, 59, 60 e 61. Para o efeito, foram utilizados Post- its de cores e cada uma representava um espaço diferente da moradia: amarelo para a horta, verde para o jardim e cor de rosa para a casa. Com fita cola amarela e preta foram assinaladas duas entradas.



Figura 58 - K-Line- Projeto C1



Figura 59 - K-Line- Projeto C2



Figura 60 - Projeto K-Line C3

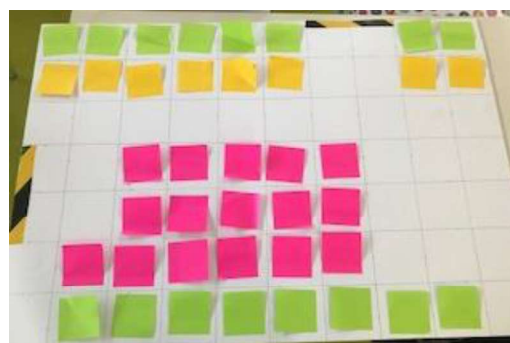


Figura 61 - Projeto K-Line C4

Conclui-se que nos espaços representados pelos diferentes grupos, a casa tinha em todos a mesma forma, o espaço de dois jardins também tinha a mesma forma e o espaço de duas hortas de grupos diferentes também estavam representados com a mesma forma. No entanto, nenhum projeto estava representado de igual forma na íntegra.

As estratégias utilizadas pelos alunos consistiram na representação do problema por partes mais simples, na simulação e na experimentação. Nesta fase, foi dada aos alunos a oportunidade de fazer alterações ao projeto depurar o que tinham realizado, se o projeto que tivessem apresentado não fosse viável. Para o efeito, foi pedido aos elementos dos

diferentes grupos que circulassem com um carrinho de brinquedo à volta da casa, para deduzir se não havia nenhum erro e se seria possível circular com um veículo e, por exemplo, colocar um automóvel na garagem. Esta atividade foi bastante motivadora e todos os elementos dos grupos quiseram simular e verificar se havia espaço para um automóvel.

Depois de terem feito a simulação, um dos grupos alterou o projeto inicial e todos os elementos concordaram com essa modificação. Numa aula seguinte, com a colaboração da professora, os alunos edificaram o desenho que tinham planeado com placas de k-line que tinham sido previamente cortadas pela professora. Neste desafio, os alunos utilizaram estratégias como: tentativa erro, simulação da construção e, numa fase posterior, uniram as placas de modo a obterem um edifício.

Constatou-se que, para resolver este problema, os alunos tiveram algumas dificuldades em selar/unir as placas e recorreram à utilização de fita adesiva para unir os lados e as bases foram coladas pela professora com cola quente. Verificou-se que a tarefa foi complexa para alguns alunos com menor destreza, houve muita colaboração entre os diferentes elementos dos grupos, mas também espoletou algumas situações em que se verificaram dificuldades em gerir as emoções, nomeadamente: a autoconfiança, a motivação/desmotivação. A dinâmica do grupo e o papel dos chefes do grupo foi determinante para que os alunos mantivessem a perseverança e a motivação.

Nas aulas seguintes, os grupos escolheram os materiais (cortiça, alumínio, madeira e plástico) a utilizar para o revestimento das casas, tendo a escolha sido feita de forma aleatória e começaram a realizar este processo, tal como se observa na Figuras 62 e 63.

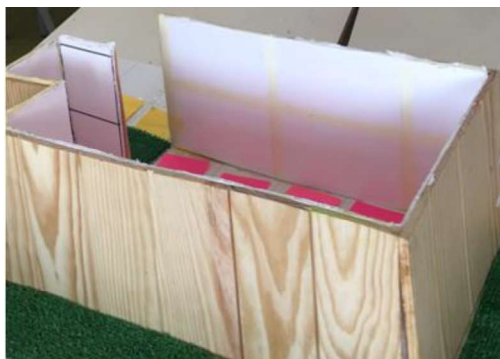


Figura 62 - Revestimento em Madeira



Figura 63 - Revestimento em Plástico

Neste processo, os alunos revelaram dificuldades em colar os diferentes materiais e o grupo que ficou com o revestimento com tampas de plástico demorou três aulas para efetuar este processo, dado que o tipo de cola não era o mais adequado e os materiais revelaram ser difíceis de aplicar. Os alunos, perante este obstáculo, analisaram, refletiram, e concluíram que a cola líquida não era adequada para colar plástico, os dois materiais não eram compatíveis. Depois de algum debate de ideias entre os alunos, C12 (chefe do grupo) e C13 sugeriram a utilização de caulino para unir as tampas e os restantes elementos do grupo concordaram. O caulino tinha sido utilizado pelos alunos em experiências anteriores, devido ao facto de ser uma das tradições estudadas na disciplina oferta complementar Projeto de Integração Local e de se encontrarem jazidas de caulino no solo na área circundante do meio local onde a escola está inserida, sendo este minério utilizado na produção de diferentes tipos de cerâmica nas fábricas. Os alunos experimentaram e concluíram que a solução encontrada para resolver o problema era adequada, tendo mobilizado conhecimentos adquiridos em outras disciplinas para solucionar o problema-conexões externas. A realização de momentos, como este, de reflexão em assembleia de turma foram de grande importância para a troca de ideias e para a definição dos procedimentos mais eficazes. A professora foi apenas uma orientadora que apontou caminhos.

Apesar de estarem muito atrasados na construção da moradia em relação aos restantes grupos, todos os elementos do grupo mostraram uma atitude de perseverança e não desistiram. O chefe do grupo mostrou uma excelente capacidade de liderança e soube motivar os restantes elementos através do reforço positivo, tendo referido em várias ocasiões que era o material mais difícil, mas era o que iria ficar mais bonito e seguro.

Perante o cenário acima descrito, alguns elementos de outros grupos que já tinham terminado o revestimento, foram ajudar a separar as tampas de plástico por cores e a colá-las com a argila. Constatou-se que houve entreaajuda e colaboração entre os diferentes grupos. Este tipo de tarefas exigiu mais destreza por parte dos alunos e a utilização de outro tipo de material.

Verificou-se que alguns elementos dos restantes grupos ajudaram o grupo pertencem ao grupo de escuteiros da freguesia e que, perante as dificuldades sentidas

pelos colegas, mobilizaram e aplicaram atitudes/valores extremamente importantes, nomeadamente a entreatajuda e a colaboração. Depois do caulino ter sido aplicado, secou, endureceu e uniu as tampas à superfície de k-line. Neste momento deduziu-se que o tipo de objeto em plástico para o revestimento não se adequava e que o plástico não adere com a cola líquida. Os alunos concluíram que antes de se realizar esta tarefa devia ter testado os materiais e, mediante os resultados, ter-se-ia escolhido um tipo de material diferente. Apenas um participante, A17, referiu que o que menos gostou foi colar os materiais e citou “Nas casinhas não gostei de colar tudo, foi muito tempo e muito trabalho”.

Numa etapa posterior, os alunos cobriram o espaço referente à horta com trapilho castanho e o espaço correspondente ao jardim com relva de plástico. Aqui os alunos não revelaram dificuldades na aplicação do material e fizeram esta atividade com rapidez. Seguiu-se a seleção de uma variedade de legumes para colocar na horta e de plantas para colocar no jardim e para o efeito utilizaram plasticina de diferentes cores. Esta atividade foi muito atrativa e os alunos revelaram muita criatividade nos artefactos que apresentaram. A maioria referiu, na entrevista, que gostou de trabalhar com a plasticina.

Com a orientação da professora, os alunos colocaram o led solar em cada moradia e iluminaram o interior da casa, colando os fios com fita cola adesiva. Os alunos revelaram enorme contentamento com o produto final. O processo de construção das casas tinha terminado, tal como se ilustra na Figura 64.



Figura 64 - Artefactos Produzidos

Apesar do nível de complexidade deste processo, esta etapa do problema foi uma das que os alunos referiram como sendo a preferida, pelo facto terem visto os atefactos que criaram, desde o projeto realizado numa folha até ao produto final. Também referiram que aprenderam uns com os outros e que se ajudaram mutuamente sempre que tinham dificuldades. Concluí-se que a colaboração entre os elementos dos grupos e mesmo entre grupos foi determinante para o sucesso do produto final.

No âmbito da programação, os alunos já tinham explorado a programação visual por blocos, nomeadamente o Scratch. No mês de maio, começaram a programar, em grupos de dois elementos, numa aplicação de programação de ambiente visual “*bit – make a code*” e exploraram as potencialidades nesta aplicação para operacionalizar as placas de Microbit VR2, através dos tablets do centro escolar.

Ainda nenhum dos alunos tinha explorado esta aplicação e, inicialmente, não revelaram proficiência suficiente para programarem as placas. Com a decomposição, a abstração, o algoritmo e a dedução, os alunos conseguiram programar coisas simples, música (strings) e imagens (logotipos), programaram a temperatura, definindo as variáveis para os botões A e B, tal como ilustra a Figura 65. Nesta etapa, os alunos mobilizaram conhecimentos de Matemática, tiveram de identificar os sinais “maior que” e “menor que”. Alguns revelaram dificuldades em perceber o que eram as variáveis e qual a sua função.

Inicialmente, alguns alunos acharam difícil, mas depois de terem experimentado e verificarem que conseguiam programar as imagens e música, referiram “Não é nada complicado, isto até é fácil”.

Posteriormente, com a orientação da professora, fizeram a transferência da programação para a respetiva placa de Microbit VR2.

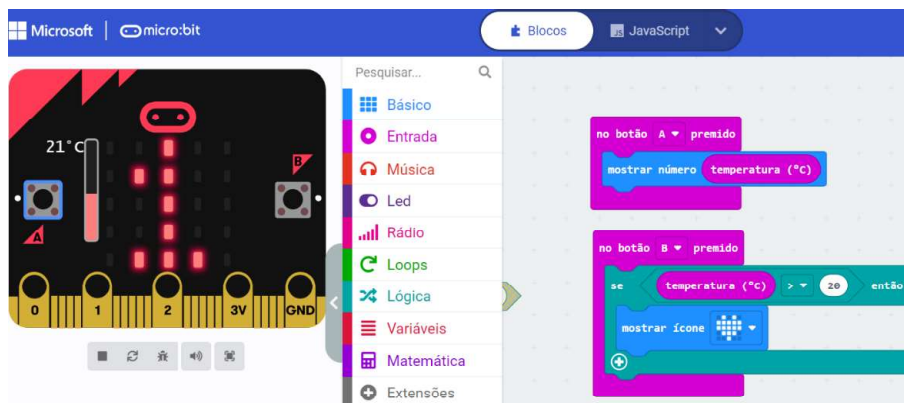


Figura 65 - Programação da Temperatura na Aplicação “Bit: Make A Code”

Após terem transferido a programação para as placas de Microbit VR2 para medir a temperatura, os alunos organizaram os mesmos grupos, registaram a temperatura no interior das respetivas moradias, conforme ilustram as imagens. Os alunos alternaram nas tarefas de medição, enquanto um premia nos botões da placa Microbit VR2, um fazia a leitura dos números e outro registava o valor da temperatura. A medição da temperatura foi feita durante três dias e registada numa grelha, tal como apresentado na Figura 66.

Dia/Mês/Ano	Temperatura		
	9h00	12h30	15h30
27/06/2022			29
28/06/2022			27
29/06/2022	21	22	23, 24, 25
30/06/2022	21, 25		

(madeira)

Dia/Mês/Ano	Temperatura		
	9h00	12h30	15h30
27/06/2022			32
28/06/2022			34
29/06/2022	30	29, 37	34
30/06/2022	28, 28		

(plástico)

Dia/Mês/Ano	Temperatura		
	9h00	12h30	15h30
27/06/2022			32
28/06/2022			30, 100
29/06/2022	29	28	31
30/06/2022	24, 28	37	

(cortiça)

Dia/Mês/Ano	Temperatura		
	9h00	12h30	15h30
27/06/2022			29, 30, 31
28/06/2022			33, 29, 34
29/06/2022	32	20, 29	33, 30, 29
30/06/2022	42, 41, 21, 27, 22, 21, 30, 33		

(fita de alumínio)

Figura 66 - Registos da Temperatura

Inicialmente, alguns participantes revelaram dificuldades na programação e cometeram erros na aplicação “micro: bit make code”, mas com a ajuda dos colegas essas

dificuldades foram ultrapassadas. O facto de a programação estar dependente do acesso à Internet dificultou a experiência de aprendizagem, uma vez que a ligação ficava extremamente lenta e, por vezes, caía. Posteriormente, optou-se por fazer a programação individualmente com a finalidade da ligação à Internet ser mais rápida e constatou-se maior motivação por parte dos programadores. Dois alunos, A2 e A12, compararam as placas Microbit a um robô, e referiram que era programado no *“micro: bit make code”*, indicando que *“Neste projeto o robô era a placa, mas não programamos nas teclas, mas nos tablets”*. Alguns alunos não compreenderam que nas placas Microbit surgia um algarismo de cada vez, o que os confundiu na leitura da temperatura.

Apesar das dificuldades na programação, nas entrevistas, um grande número de participantes referiu este como o preferido, nomeadamente pelos participantes: A2, A6, A8, A9, A11, A13, A16, A19, A20 e A21. Três destes participantes referiram que gostaram de criar e decorar as casas, quatro participantes referiram que gostaram mais de programar nos tablets e dois referiram que gostaram mais porque foram o líder e, passo a citar o A19, *“Todos os elementos do grupo estavam a fazer tudo como planeámos”*.

Aferiu-se que a programação também foi um dos fatores que levou os alunos a escolherem este projeto como preferido, mas também se destacam outros, como: a dinâmica de grupo e a interação; o aluno A3 referiu que *“Em conjunto, trabalhamos mais rápido, compartilhamos, construímos coisas e somos mais amigos, se não somos passamos a ser”*; a autonomia e liberdade para tomarem as suas decisões, A21 *“Nós desenhámos o projeto, escolhemos os materiais, construímos e decorámos a casa”*; a responsabilidade com que os participantes se envolveram; a colaboração e entreajuda entre os participantes do mesmo grupo e entre participantes de grupos diferentes. O participante A21 referiu a seguinte expressão *“O que mais gostei foi de aprender com os outros elementos do grupo e de ajudar os outros a terminar a construção do trabalho deles”*. Na pergunta 3 *“Qual foi o projeto que permitiu trabalhar em colaboração com os teus colegas?”*, 20 participantes referiram este projeto como o que lhes permitiu trabalhar mais em grupo e um aluno não se manifestou.

Todos os alunos disseram que gostaram mais de aprender com robôs, quando foi colocada a questão *“Gostas mais de resolver desafios/problemas que integrem*

programação: em robôs, tablets” ou computadores?”), mas nenhum especificou se era com a programação no próprio robô ou a programação da placa Microbit VR2 no tablet/computador. Um fator que pode ter contribuído para nenhum aluno ter referido a programação na “*micro: bit – make code*” pode resultar, nesta fase específica de não ter havido interação e aprendizagem com os pares. Os alunos com mais dificuldades não assimilaram com proficiência este tipo programação, embora tenham revelado interesse. Desta forma, a resposta não permitiu diferenciar qual é o método preferido. No entanto, na pergunta “VIII-Consideras mais interessante/divertido aprender com os robôs? Porquê?”, a maioria dos alunos respondeu que era mais interessante e divertido aprender com os robôs, o participante A9 disse “Quando aprendemos com os robôs, carregamos nas teclas, programámos e eles seguem as indicações do código que colocámos nas teclas”, presume-se que sejam robôs com comando de teclas e não realizado num ambiente visual de programação. Ainda no que refere a esta questão, quatro alunos mencionam que aprendem a brincar com os robôs e dois dizem que conseguem ver as ações/movimentos do que programaram e que os robôs fazem os movimentos que teclaram no comando. Na questão “III- O que é que mais te agradou na realização dos projetos? A planificação, a construção dos materiais, a programação dos robôs ou a conclusão do projeto? Conseguiste resolver o problema? “, todos os alunos referiram que gostaram mais de programar e de construir materiais, mesmo quando a programação não envolve diretamente o robô. O participante A17 referiu que gostou mais de programar nos tablets, citando “O que gostei mais foi de trabalhar a plasticina e de trabalhar com os tablets, mas só consegui fazer uma vez”. Este aluno referiu várias vezes “Olha, não me deixaram medir a temperatura dentro da casinha. Quando é que vou fazer isso?”.

Neste projeto, os alunos foram os promotores de todas as etapas, desde: o planeamento, escolhas dos materiais, seleção dos projetos, construção, programação, registos e apresentação do produto final à comunidade educativa. Conclui-se que este projeto desenvolveu-se pelo que foi sustentado nos princípios da metodologia ABP, com abordagem STEAM, através da qual os alunos foram autónomos e criativos nas suas aprendizagens, desenvolveram todas as competências definidas do documento “O Perfil do Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória”, e os valores citados nesse mesmo

documento, nomeadamente: Liberdade, Responsabilidade e Integridade, Cidadania e Participação, Excelência e Exigência, Curiosidade, Reflexão e Inovação. Ao longo deste caminho, verificamos uma evolução significativa tanto ao nível das atitudes e capacidade de gerir o trabalho cooperativo, como no domínio de ferramentas cognitivas. A implementação de experiências que perduram e seguem uma linha de continuidade, não se limitando a constituir um momento pontual de aprendizagem, resulta efetivamente em conhecimentos adquiridos e numa curiosidade despertada, junto dos alunos.

4.4.1 REFLEXÃO

Considera-se que, na resolução deste problema, o mais importante para a maioria dos alunos integrou todo o processo, desde o planeamento até à fase final, registo da temperatura. Assim sendo, conclui-se que as globalidades das etapas estavam interligadas, de modo que todas se complementavam, criando uma continuidade. Este problema permitiu trabalhar uma grande quantidade de subdomínios das diferentes disciplinas, não tendo os alunos pressentido que estavam a trabalhar disciplinas como a Matemática, Estudo do Meio, Expressões, princípios de Engenharia. Quando resolveram o problema da área e do perímetro, os alunos não tiveram a perceção de que estavam a trabalhar Matemática.

O resultado não foi a parte mais significativa para os alunos, mas todo o processo de resolução do problema. Os alunos manifestaram o seu contentamento nas tarefas em que puderam explorar e dar largas à criatividade e, em simultâneo, observar o resultado imediato das suas ações, inclusive na programação. Na programação das placas, inicialmente, os alunos seguiram as orientações da professora.

Em relação às estratégias de resolução de problemas, constatou-se a maior diversidade, nomeadamente: representação, decomposição, algoritmo, dedução-lógica, depuração.

Em relação às atitudes manifestadas pelos alunos, constatou-se a perseverança e persistências, pois apesar das inúmeras dificuldades nunca desistiram. O espírito de equipa, a entreatajuda, a cooperação e colaboração foram um dos aspetos mais relevantes referidos pelos alunos e constatado pelo investigador.

A nível da programação, verificaram-se dificuldades, nomeadamente a falta de proficiência na programação por blocos, constando-se que a maioria dos alunos necessitava de mais tempo para explorar e descobrir as potencialidades deste tipo de programação. A estratégia de programação utilizada pela globalidade dos alunos foi a tentativa erro e a depuração. Neste problema, na etapa da programação houve pouca interação entre os pares, o que não permitiu que os alunos aprendessem com os erros uns dos outros ou que a comunicação e o raciocínio lógico surgissem da partilha de estratégias. Conclui-se que quando a programação é feita em grupos e há comunicação e partilha de experiências e de estratégias, resulta numa aprendizagem mais significativa por parte dos alunos.

Capítulo V - Conclusões

Este capítulo encontra-se dividido em três secções distintas.

Na primeira secção, apresenta-se uma síntese do estudo, com a finalidade de apresentar, de forma sucinta, a sua estrutura e organização, destacando-se aspetos essenciais, como: o problema, as questões propostas na investigação e as opções metodológicas.

A segunda secção apresenta as conclusões do estudo, apresentadas de acordo com as questões de investigação e as escolhas metodológicas utilizadas.

A terceira secção integra uma reflexão sobre as limitações do estudo e sobre recomendações a ter em conta em estudos futuros de carácter investigativo.

5.1 SÍNTESE DO ESTUDO

No presente estudo foram analisados os resultados obtidos na investigação na área da Matemática e teve como intuito perceber a influência da criação de ambientes de aprendizagem, norteados pelo princípio da sustentabilidade, que recorrem a metodologias ativas e aos princípios da Educação STEAM para envolver os alunos na programação de robôs para o desenvolvimento da capacidade de Resolução de Problemas. Para o efeito, recolheram-se evidências e analisaram-se os dados que permitiram validar as respostas às seguintes questões orientadoras: (1) Como se caracterizam as estratégias de resolução de problemas utilizadas?; (2) Como se caracterizam as práticas de pensamento computacional utilizadas?; (3) Como se caracterizam as dificuldades que emergem na resolução dos problemas e na respetiva programação dos robôs? e (4) Como se caracteriza o envolvimento dos alunos?

Este estudo foi realizado no âmbito da realização da dissertação da investigadora, enquanto aluna do Mestrado de Tecnologias da Informação e Comunicação na Educação.

A presente investigação teve como objeto de estudo a implementação dos problemas supracitados no Capítulo III numa turma de vinte e um alunos do primeiro ano do Ensino Básico, com idades compreendidas entre os seis e os sete anos. Como professor

titular da turma, o papel do investigador assumiu duas funções: o de implementar as unidades didáticas concebidas e o de observador participante.

A investigação realizada neste estudo foi de natureza qualitativa, com uma abordagem interpretativa/descritiva, centrada num design de estudo de caso.

A implementação dos problemas foi previamente planeada e teve por base os princípios definidos nos documentos orientadores, nomeadamente: “O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória” (2017) e “Aprendizagens Essenciais 1.º Ano/ Articulação com o Perfil do Aluno” (2022).

Após a implementação dos problemas e recolha dos dados, foram analisadas as entrevistas, os documentos realizados pelos alunos, as anotações registadas no diário de bordo do investigador e fez-se a triangulação entre o material recolhido e as informações reunidas na revisão bibliográfica para dar resposta às perguntas acima enunciadas.

5.2. Conclusões do Estudo

- Como se caracterizam as estratégias de resolução de problemas utilizadas?

Em relação a esta questão, concluiu-se que as estratégias mais utilizadas pelos alunos foram variando de acordo com o problema e com a capacidade e o nível de proficiência de cada um. Na globalidade das situações problemáticas apresentadas, verificou-se uma progressão muito positiva. Atendendo às situações problemáticas apresentadas, na globalidade os alunos progressivamente integraram e utilizaram as estratégias tentativa -erro, desenho e simulação, reduzir a um problema mais simples.

- Como se caracterizam as práticas de pensamento computacional utilizadas?

Os alunos manifestaram mais interesse pela programação de robôs do que pela programação em ambientes digitais com programação em blocos, mas não se considera que tenha sido significativa a diferença, uma vez que o tempo que programaram nos tablets foi reduzido devido aos problemas da ligação à Internet.

Os alunos com mais proficiência na resolução de problemas revelaram mais capacidades na programação de robôs e maior domínio na programação em ambientes digitais visuais por blocos. Enquanto os alunos, com um nível de proficiência menor na resolução de problemas, utilizaram apenas algumas práticas de pensamento

computacional, destacando-se a decomposição do problema em partes. Progressivamente os alunos conseguiram construir algoritmos sem necessitar de fazer os trajetos por passos, o que por consequência revela maior abstração, sendo uma constante a prática de depuração.

- Como se caracterizam as dificuldades que emergem na resolução dos problemas e na respetiva programação dos robôs?

Em relação a esta questão constatou-se que houve algumas dificuldades na área da programação, mas houve dificuldades que estavam relacionadas com a parte técnica, nomeadamente com a falta de recursos como a ligação à Internet.

Em relação à programação dos robôs, inicialmente, os alunos revelaram alguma iliteracia no que concerne à leitura e compreensão de instruções e revelaram dificuldades na compreensão do modo como funcionava os comandos para programar. Alguns alunos carregavam nas teclas e testavam. Com o decorrer do tempo e a experiência com a utilização dos robôs, todos os alunos conseguiram programar os robôs.

Na programação visual por blocos, verificou-se alguma desmotivação quando a ligação à Internet falhava e os alunos manifestaram alguma frustração. Só foi possível a programação, quando se optou por utilizar um tablet de cada vez. Conclui-se que a escola não tinha Internet com uma ligação que possibilitasse a programação *on line* dos *tablets*. Neste tipo de programação, concluiu-se que alguns alunos revelaram pouca proficiência na programação.

- Como se caracteriza o envolvimento dos alunos?

Os alunos revelaram grande envolvimento nos ambientes de aprendizagem criados. Mantiveram-se motivados e empenhados perante os desafios propostos, mobilizando de forma integrada conhecimentos das diferentes áreas da Educação STEAM. Também se concluiu que os alunos evidenciaram maior colaboração e cooperação no trabalho em grupo e perseverança quando, perante as dificuldades, não desistiam. Alguns alunos revelaram grande capacidade de liderança ao orientarem os colegas do grupo na distribuição das tarefas e organização do trabalho.

5.3 Limitações do Estudo e Recomendações para Estudos Futuros

Considera-se que a introspeção é extremamente importante para repensar o modo como a investigação foi realizada. Neste ponto, tecem-se algumas considerações relevantes que podem ter limitado o estudo.

O facto de o investigador ter sido participante pode ter sido um aspeto menos positivo. A faixa etária dos alunos situava-se entre os 6 e 7 anos, o grupo integrou 21 alunos. Estes fatores condicionaram a observação e registo de dados durante o tempo de implementação, tendo em consideração que o investigador teve a dupla função de implementar os e, em simultâneo, observar e registar observações.

A escola não possui uma ligação à Internet que permita trabalhar a programação *plugged*, em simultâneo com todos os alunos.

Recomenda-se que, para a realização de estudos futuros que, nestas faixas etárias e com grupos com muitos alunos, o investigador tenha apenas o papel de observador e não intervenha na implementação. A participação do mesmo pode influenciar o desenvolvimento da investigação e condicionar, numa fase posterior, a análise dos dados e, conseqüentemente, as conclusões.

Referências Bibliográficas

- Aires, L. (2011). *Paradigma qualitativo*. Universidade Aberta. [https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/2028/4/Paradigma_Qualitativo%281ª edição_atualizada%29.pdf](https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/2028/4/Paradigma_Qualitativo%281ª%20edição_atualizada%29.pdf)
- Bacich, Lilian; Tanzi, Neto; Trevisani, F. M. (2015). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação* (Penso (ed.)).
- Bacich, L., & Holanda, L. (2020). STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. In *STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica* (p. 1–12).
- Barata, S. (2021). *Uso de Objetos Tangíveis Programáveis no Ensino e na Aprendizagem da Programação* (Issues 1–441). Universidade de Lisboa - Instituto de Educação.
- Barata, C., & Matos, J. F. (2019). Uso de objetos tangíveis programáveis na aprendizagem da programação. *Revista Intersaberes*, 14 (31), 109–128. <https://doi.org/10.22169/ri.v14i31.1505>
- Baroody, A. (1993). *Problem solving, reasoning, and communicating, K-8: helping children think mathematically*. Merrill.
- Bender, W. N. (2015). *Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI. Tradução de Fernando de Siqueira Rodrigues*. Penso.
- Bento, M., Monteiro, A., & Couto, J. ; et al. (2018). Ambientes Educativos Inovadores e Competências dos Estudantes para o Século XXI. In *Ambientes educativos inovadores e competências dos estudantes para o século XXI* (Issue May, pp. 35–36). <https://www.researchgate.net/publication/325467219>
- Boavida, A., Paiva, A., Vale, I., Cebola, G., & Pimentel, T. (2008). *A Experiência Matemática no Básico - Programa de Formação Contínua em Matemática para Professores dos 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico*. Ministério da Educação. Direcção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (2013). *INVESTIGAÇÃO QUALITATIVA EM EDUCAÇÃO* (P. Editora (ed.)).
- Brackmann, C. (2017). *Pensamentos Computacional na Educação Básica*. <https://doi.org/978-613-9-73930-1>
- Brennan, K., & Resnick, M. (2018). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Studies in Computational Intelligence*, 727, 135–160. https://doi.org/10.1007/978-3-319-64051-8_9
- Canavarro, A. P. (2022). 1.º ano | 1.º ciclo do ensino básico. In *Aprendizagens Essenciais / Articulação o Perfil dos Alunos* (p. 1–371).
- Canavarro, A. P., Mestre, C., Gomes, D., Santos, E., Santos, E., Santos, L., Brunheira, L., Vicente, M., Gouveia, Maria João Correia, P., Marques, P., & Espadeiro, R. (2022). *Aprendizagens Essenciais / Articulação o Perfil dos Alunos 1.º Ano | 1.º Ciclo Do Ensino Básico*. In *Ministério da Educação e Ciência/DGIDC*. Ministério da Educação e Ciência. Direcção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC).
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da Investigação* (2.ª). Universidade Aberta.
- Coutinho, C. (2021). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2.ª). Almedina.
- Hsin, C.-T., & Wu, H. (2022). Implementing a Project-Based Learning Module in Urban and

- Indigenous Areas to Promote Young Children's Scientific Practices. In *Research in Science Education* (Vol. 53, Issue 1). Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/s11165-022-10043-z>
- Keane, E., Heinz, M., MacRuairc, G., McCormack, L., Kelly-Blakeney, E., Shanahan, M., O'Donovan, D., Logue, P. & Maye, K. (2021). National Plan for Equity of Access to Higher Education 2022-2026, Submission from the Western Institute for Studies in Education (WISE).
- Lego, G. (2016). LEGO Education WeDo 2.0: Projetos Curriculares. Manuscrito não publicado.
- Lima, R. et al. (2005). Ten Years of Project-Based Learning (PBL) in Industrial Engineering and Management at University of Minho. In *Ten Years of Project-Based Learning (PBL) in Industrial Engineering and Management at University of Minho* (pp. 1–19). Universidade do Minho.
- Lopes, P. (2016). *Aprender Matemática com Recurso a Tecnologias Robots na sala de aula*. Universidade da Madeira.
- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrilho, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória. In *Editorial do Ministério da Educação e Ciência*. Ministério da Educação e Ciência. Direção Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular (DGIDC). http://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf
- Martins, G., Peralta, H., & Martins, I. (2017). *Para a Construção de Aprendizagens Essenciais Baseadas no Perfil dos Alunos*.
- Menezes, M., & Oliveira, R. (2017). *O uso de aplicativos de saúde para dispositivos móveis como fontes de informação e educação em saúde*. 1.
- Mestre, C., & Gonçalves, H. (2016). *Plim Matemática 1.º ano* (Leya (ed.)).
- Moran, J., Bacich, L., & Bizerra, A. (2018). Metodologias Ativas Para Uma Aprendizagem Mais Profunda. In L. Bacich & J. Moran (Eds.), *met* (pp. 1–15). penso.
- Moreira, F. T., Cabrita, I., Loureiro, M. J., & Guerra, C. (2020). Programação tangível e a promoção do Pensamento Computacional: propostas didáticas desenvolvidas no projeto TangIn. *Medi@ções Revista Online*, 8(2), 47–62. https://www.researchgate.net/publication/347984244_Programacao_tangivel_e_a_promocao_do_Pensamento_Computacional_propostas_didaticas_desenvolvidas_no_projeto_TangIn
- NCTM. (2017). Princípios para a Ação: Assegurar a todos o sucesso em Matemática. In *Lisboa: APM*.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms—Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books, Inc.
- Pedro Da Ponte, J. (2006). Estudos de caso em educação matemática 1. *Bolema*, 25, 105–132.
- Piedade, J. (2019). Pensamento Computacional, Programação e Robótica no 1.º CEB: conceitos e práticas pedagógicas. Instituto de Educação, Universidade de Lisboa
- Polya, G. (1987). *A arte de resolver problemas um novo aspecto do método matemático by*

- George Polya (z-lib.org).pdf* (pp. 1–169). Editora Interciência.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passions, Peers, and Play*. MIT Press.
- Ribeiro, P. R. L., & Piedade, J. M. N. (2021). Revisão sistemática de estudos sobre TPACK na formação de professores no Brasil e em Portugal. *Revista Educação em Questão*, 59.
- Santos, L. (2021). *Relatório de de Estudo Aferição Amostral do Ensino Básico* (pp. 1–15).
- Santos, V., Pinheiro, M. M., Cabrita, I., Neto, T. B., & Lopes, J. B. (Orgs.) (2023). *Matemática com vida: diferentes olhares sobre o pensamento computacional*. UA Editora. <http://dx.doi.org/10.48528/3e5j-1e87>
- Sousa; Mary de. (2022). *Reimaginar o Nosso Futuro Juntos*.
- Tangível, P. (2020). *Programação tangível e a promoção do Pensamento Computacional: propostas didáticas desen-volvidas no projeto TangIn Palavras-chave* (Vol. 8). <http://mediacoes.eses.ips.pt>
- Vale, I., & Pimentel, T. (2004). Resolução de Problemas. In P. Palhares (Ed.), *Elementos de Matemática para Professores do Ensino Básico*. LIDEL.
- Vygotsky, L.S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1ª edição.
- Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 366(1881), 3717–3725. <https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>
- Zuckerman, O., Arida, S., & Resnick, M. (2005, April). Extending tangible interfaces for education: digital montessori-inspired manipulatives. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 859-868).

ANEXO I

Guião da Entrevista

I- Dos 4 projetos, qual foi aquele em que gostaste mais de participar?

II-Dos 4 projetos, qual foi aquele em que gostaste menos de participar? Porquê?

III-O que é que mais te agradou na realização dos projetos?

A planificação, a construção dos materiais, a programação dos robôs ou a conclusão do projeto? Conquistaste resolver o problema?

IV-Qual foi o projeto que permitiu trabalhar em colaboração com os teus colegas?

V- Em qual dos projetos, em que utilizaste robôs, surgiram dificuldades? Quais foram essas dificuldades? Conquistaste ultrapassá-las? Como?

VI- Se tivesses de escolher um projeto, destes quatro, para ajudar na preservação do ambiente, qual deles escolherias? Porquê?

VII-Com qual dos robôs gostaste mais de programar? (Bee-bot, Doc, Placas Microbit VR2)

VIII-Consideras mais interessante/divertido aprender com os robôs? Porquê?