



MARIA AMÁLIA VELEZ ANTÃO ROQUE
Mestre em Educação | Complementos de Física para o
Ensino

AS STEM NO 1.º CEB | O LABORATÓRIO COMO RECURSO E ESTRATÉGIA

MESTRADO EM EDUCAÇÃO | ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS NO
ENSINO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS, ENGENHARIAS E MATEMÁTICA
(CTEM)



AS STEM NO 1.º CEB | O LABORATÓRIO COMO RECURSO E ESTRATÉGIA

MARIA AMÁLIA VELEZ ANTÃO ROQUE

Mestre em Educação | Complementos de Física para o Ensino

Orientador: António Manuel Dias Domingos
Professor Catedrático, Universidade NOVA de Lisboa

Júri:

Presidente: João José de Carvalho Correia de Freitas,
*Professor Catedrático, NOVA School of Science and Technology | FCT
NOVA*

Orientador: António Manuel Dias Domingos
Professor Catedrático, Universidade NOVA de Lisboa

Membro: Maria Cristina Oliveira da Costa,
Professora Catedrática, Instituto Politécnico de Tomar

MESTRADO EM EDUCAÇÃO | ESPECIALIZAÇÃO EM TECNOLOGIAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS,
TECNOLOGIAS, ENGENHARIAS E MATEMÁTICA (CTEM)

[As STEM no 1.º CEB | O Laboratório como Recurso e Estratégia]

Copyright © [Maria Amália Velez Antão Roque], Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositório científico e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

“A felicidade não se resume na ausência de problemas, mas sim na sua capacidade de lidar com eles”.

Albert Einstein

Dedico este trabalho aos meus alunos e a todos os que trabalharam comigo.

Agradecimentos

Agradeço à minha família, e em especial ao meu marido, pelo apoio manifestado.

O meu gosto pelo estudo das STEM resulta da minha grande paixão por uma educação de qualidade, para todos, desde os primeiros anos de escolaridade e inspirada pelo que pensam, sentem e fazem três Professores muito importantes no meu desenvolvimento profissional ao largo da vida. A saber: Professor Doutor António Domingos; Professor Doutor João Freitas e Professor Doutor Vítor Teodoro. Em primeiro lugar, agradeço ao meu orientador, Professor Doutor António Domingos, pela sua flexibilidade, sugestões e conhecimento diferenciado com que sempre me apoiou, e que em muito valorizou o meu estudo e a minha atividade como professora, embora me tenha deixado desenvolver a investigação de acordo com as minhas escolhas. O segundo agradecimento é ao Professor Doutor João Freitas, que me ajudou e orientou em alguns momentos de inquietação do trabalho de Projeto. Por fim, mas não menos importante, ao Professor Doutor Vítor Duarte Teodoro, que não sendo meu Professor nem orientador neste mestrado é o meu conselheiro, guia e coautor, que me ajuda a fazer mais e melhor educação na área das Ciências.

Ao Diretor do Agrupamento de Escolas de Alapraia, Professor Luís Malta, que me desafiou a desenvolver um projeto de Ciências no 1.º CEB e cujo apoio foi essencial para valorizar a minha atividade profissional e me permitiu a recolha de dados para este estudo.

Às colegas do 1.º Ciclo, Catarina Campos, Graça Bruno e Patrícia Domingos, aos alunos do 4.º B, 4.ºD e 4.ºE ano e aos pais e encarregados de educação que acreditaram no Projeto de STEM desde o primeiro momento e cujo apoio foi fundamental para realizarmos o trabalho desenvolvido. Aceitaram partilhar a sala de aula, os materiais e colaboraram com total empatia, deste modo contribuindo para o conhecimento da Flexibilidade de Currículo, propostas e estratégias de ação multidisciplinares e para o estudo prático do trabalho em equipa. Desenvolvemos uma cultura de trabalho com modelos “aprender fazendo”, para um mundo em constante mudança, com professoras e alunos do Ensino Básico.

A empatia e a liderança das coordenadoras de escola, Alda Saldanha e Cristina Godinho, foi sem dúvida, um momento mágico, ligámos as nossas Escolas e toda a comunidade escolar intensificou e fortaleceu o sentimento de pertença.

Acreditaram sempre nas minhas sugestões e o seu grande apoio e colaboração nas atividades do Projeto STEM permitiu-nos trabalhar mais eficazmente na gestão dos espaços e dos tempos comuns nas várias áreas que apoiaram e sustentam este estudo.

“Pensar sem aprender
torna-nos caprichosos,
e aprender sem pensar
é um desastre.”

Confúcio

Resumo

A principal motivação deste estudo foi fazer uma investigação qualitativa sobre a forma de combinar a inovação e a aprendizagem das STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), desenvolver, validar e avaliar estratégias e recursos STEM para o 4.º ano de escolaridade e promover a integração, nas práticas letivas, de simulações e ambientes exploratórios, online e offline, particularmente ferramentas que promovem o pensamento computacional e que possibilitam o desenvolvimento de um conjunto de competências essenciais do currículo.

Na introdução indicamos como as STEM se adequam a uma estratégia de pesquisa e a uma metodologia pedagógica que tem impacto nos alunos e se adapta a diversos contextos didáticos. As STEM podem ser utilizadas para construir aprendizagens significativas, visto que permitem confrontar os alunos com problemas e situações concretas, a partir das quais podemos desenvolver variadas competências cognitivas e sociais, porque expõem um conjunto de atividades aos alunos, ajudando-os a conhecer e a confrontar-se com outros modos de pensar e de agir, outros conhecimentos e outras atitudes. Os assuntos em estudo são apresentados recorrendo à responsabilidade partilhada e à valorização das iniciativas dos alunos na procura de soluções, que envolvem o desenvolvimento, a colaboração, o raciocínio e a iniciativa. Articulámos, de modo determinado, o acesso simplificado à informação digital, à tecnologia, a aplicações para dispositivos móveis de código aberto, a recursos e estratégias de ação transformadoras, à resolução de problemas, a comunicação de ideias em contexto de sala de aula e em formato ampliado, numa linguagem clara e acessível a todos os nossos alunos.

A revisão da literatura neste trabalho investiga e mostra a necessidade de organizar competências operacionais e estratégias importantes num modelo capaz de inspirar, mais do que determinar, o ensino das ciências e o uso das tecnologias. Refletimos sobre a importância do professor e dos ambientes de aprendizagem STEM se assumirem como interlocutores, protagonizando ações de apoio direto aos alunos e desenvolverem projetos curriculares capazes de desafiar os alunos a aprender e a crescer como pessoas competentes e suficientemente preparadas, principalmente, a possibilidade de adquirirem competências de ciência e de tecnologia, tanto na escola como na vida, porque são exigências básicas na sociedade atual. A proposta das STEM é aprender com o passado, e tomar decisões corajosas e importantes para o futuro do ensino das ciências e da tecnologia em todos os anos de escolaridade, ao mesmo tempo que solucionam as referências do Currículo Nacional do Ensino Básico e as Aprendizagens Essenciais (AE) articuladas com o Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO). Finalmente, refletimos como podemos definir estratégias para promover a curiosidade, a criatividade, a partilha e a colaboração entre professores e alunos.

Na metodologia desenvolvemos uma investigação-ação para discutir atividades e a comunicação, oral e escrita, de acordo com as investigações mais recentes sobre as aprendizagens STEM, que comprovam

que as primeiras experiências dos alunos em STEM são muito importantes nas atitudes e concepções que formam relativamente a estas.

Neste estudo apresentamos a discussão de resultados, sugerindo estratégias e recursos para o desenvolvimento de aprendizagens, mediadas pela tecnologia, mas aprendizagens significativas, pensadas e adaptadas às necessidades do presente e do futuro imediato dos nossos alunos. Reinventamos o modo de trabalhar os conteúdos, a discussão de ideias, o uso de materiais manipuláveis, os recursos digitais, a utilização do áudio, do vídeo, do texto, para estimular o raciocínio lógico ligado ao desenvolvimento intelectual, explorando sempre situações e contextos variados, tarefas *hands-on* com problemas do dia a dia na sala de aula. O objetivo foi oferecer ambientes de aprendizagem inovadores, levar os alunos a procurar informação e apresentar o lado motivante das STEM no desenvolvimento de competências variadas, trabalho colaborativo, destrezas variadas, praticar múltiplas iniciativas e incrementar o ensino experimental das ciências e das tecnologias. Pensámos as estratégias, os recursos e as condições para a sua realização, porque entendemos que estas intervenções, modificações e o trabalho colaborativo são, na sua essência, formas de construir ambientes de aprendizagem em que todos colaboram e todos aprendem.

As conclusões desta dissertação representam, em larga medida, o resultado do laboratório como estratégia e recurso na organização dos ambientes educativos STEM, no sentido de os incluirmos como instrumentos que estimulam a cooperação e as relações entre aqueles que os partilham e que têm implicações quanto ao modo como se pensa e trabalha o ensino da ciência e da tecnologia. Em suma, apresentamos o futuro das STEM com base na experimentação e no modo como deve ser iniciado nas escolas do primeiro ciclo do ensino básico o ensino das ciências e da tecnologia.

Palavras-Chave: Ensino de STEM, Tecnologia, Pensamento Computacional e Algoritmo.

Abstract

The main motivation of this study was to carry out a qualitative investigation on how to combine STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) innovation and learning, develop, validate and evaluate STEM strategies and resources for the 4th year of schooling and promote the integration, in teaching practices, of simulations and exploratory environments, online and offline, particularly tools that promote computational thinking and that enable the development of a set of essential curriculum competencies.

In the introduction, we indicate how STEM fits into a research strategy and a pedagogical methodology that has an impact on students and adapts to different didactic contexts. STEM can be used to build meaningful learning, as it allows students to confront concrete problems and situations, from which we can develop various cognitive and social skills, because they expose a set of activities to students, helping them to know and confront other ways of thinking and acting, other knowledge and other attitudes. The subjects under study are presented using shared responsibility and valuing students' initiatives in the search for solutions, which involve development, collaboration, reasoning, and initiative. We articulated, in a determined way, simplified access to digital information, technology, applications for open-source mobile devices, resources and transformative action strategies, problem solving, the communication of ideas in the classroom context and in expanded format, in a clear and accessible language for all our students.

The literature review in this work investigates and shows the need to organize operational competences and important strategies in a model capable of inspiring, rather than determining, the teaching of science and the use of technologies. We reflect on the importance of the teacher and STEM learning environments assuming themselves as interlocutors, leading actions of direct support to students and developing curricular projects capable of challenging students to learn and grow as competent and sufficiently prepared people, mainly, the possibility of acquire science and technology skills, both at school and in life, because they are basic requirements in today's society. The STEM proposal is to learn from the past, and to make courageous and important decisions for the future of science and technology teaching in all school years, while solving the references of the National Basic Education Curriculum and Essential Learning. (AE) articulated with the Profile of Students Leaving Compulsory Schooling (PASEO). Finally, we reflect on how we can define strategies to promote curiosity, creativity, sharing and collaboration between teachers and students.

In terms of methodology, we developed an action-research to discuss activities and communication, oral and written, according to the most recent research on STEM learning, which proves that students' first experiences in STEM are very important in the attitudes and conceptions they form relatively to these.

In this study we present the discussion of results, suggesting strategies and resources for the development of learning, mediated by technology, but meaningful learning, thought and adapted to the needs of the present and the immediate future of our students. We reinvent the way of working with content, the discussion of ideas, the use of manipulative materials, digital resources, the use of audio, video, text, to stimulate logical reasoning linked to intellectual development, always exploring different situations and contexts, hands-on tasks with everyday problems in the classroom. The objective was to offer innovative learning environments, lead students to seek information and present the motivating side of STEM in the development of varied skills, collaborative work, varied skills, practice multiple initiatives and increase the experimental teaching of science and technologies. We thought about strategies, resources, and conditions for their realization, because we understand that these interventions, modifications and collaborative work are, in essence, ways of building learning environments in which everyone collaborates, and everyone learns.

The conclusions of this dissertation represent, to a large extent, the result of the laboratory as a strategy and resource in the organization of STEM educational environments, in the sense of including them as instruments that stimulate cooperation and relationships between those who share them and that have implications for the way of thinking and working in the teaching of science and technology. In short, we present the future of STEM based on experimentation and on the way in which science and technology education should be initiated in elementary schools.

Keywords: Teaching STEM, Technology, Computational Thinking and Algorithm.

Índice

Agradecimentos	ix
Resumo.....	xi
Abstract	xiii
Índice.....	xv
Índice de Figuras	xvii
Índice de Gráficos	xxi
Índice de Tabelas	xxiii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos.....	xxv
1. Introdução	1
1.1. Motivação do estudo.....	1
1.2. Colocar em prática as STEM na sala de aula	4
1.3. Objetivos e questões de investigação	8
1.4. Estrutura do trabalho.....	12
2. Revisão da Literatura	15
2.1. Ensino e divulgação da ciência.....	15
2.2. As dificuldades no ensino das Ciências e da Tecnologia	17
2.3. Importância das STEM em Portugal.....	20
2.4. Ambiente de aprendizagem STEM.....	28
3. Metodologia	32
3.1. Metodologia da investigação	32
3.2. Características e finalidades da Investigação-Ação.....	34
3.3. Participantes.....	37
3.4. Tecnologia para todos na transição digital da escola.....	38
3.5. Recolha de dados	41
4. Apresentação e Discussão de Dados.....	43

4.1. Investigação de práticas inovadoras no ensino das Ciências.....	43
4.2. Atividades para ensinar e aprender com STEM	46
4.3. Pensamento computacional e algoritmos.....	49
4.4. Estudo da corrente elétrica.....	64
4.5. Tecnologias para o ensino das STEM	72
4.6. Cultura científica no ensino das STEM.....	83
4.7. O que se escreveu sobre as STEM.....	99
5. Conclusões	105
5.1. O futuro das STEM no ensino	106
5.2. Trabalho para o futuro Continuação, expansão e investigação.....	107
5.3. Pontos fortes e limitações do estudo.....	108
6. Referências Bibliográficas	111
Anexos	116

Índice de Figuras

Figura 1.1 – Referencial curricular para a construção das aprendizagens essenciais em articulação com o PASEO (Roldão et al., 2017, p. 6).....	3
Figura 1.2 – Aprendizagem dos alunos com o referencial curricular (Roldão et al., 2017, p. 9).....	8
Figura 1.3 – Objetivos e questões de investigação.	11
Figura 2.1 – A integração das STEM (Costa, 2019, p. 53).....	30
Figura 3.1 – Ciclo de investigação-ação.	33
Figura 4.1 – Modelo do medidor de ângulos.	49
Figura 4.2 – Aluno estuda a sequência de instruções e os ângulos que lhe permitirão escrever algoritmos Escola B.	50
Figura 4.3 – Alunos medem ângulos com transferidor Escola A.	50
Figura 4.4 – Identificação de ângulos Escola A.....	51
Figura 4.5 – Os alunos planeiam o desenho de polígonos com pensamento computacional num algoritmo para o Scratch Escola A.....	52
Figura 4.6 – Aluna escolhe um Polydron para construir o modelo geométrico do algoritmo Escola B.	52
Figura 4.7 – Criar algoritmos com a ajuda de Polydron e transferidor Escola B.	53
Figura 4.8 – Programar online e offline no Scratch Escola B.....	54
Figura 4.9 – Programar o hexágono com movimentos no Scratch Escola B.....	55
Figura 4.10 – A aluna programa no Scratch passo a passo o modelo para chegar ao algoritmo Escola B.....	55
Figura 4.11 – Construir um algoritmo na plataforma Scratch Escola B.	57
Figura 4.12 – Algoritmo para desenhar um triângulo com voltinhas e ângulos no Scratch Escola B.....	58
Figura 4.13 – A aluna constrói o algoritmo do quadrado com Scratch Escola A.....	58
Figura 4.14 – Algoritmo que permite ao “autor” do Scratch desenhar com ciclos, ângulos e polígonos Escola A.....	59
Figura 4.15 – Blocos de movimento complexos para desenhar com ciclos no Scratch Escola B.	60

Figura 4.16 – Apresentação de um programa realizado pelos alunos no Scratch Escola B.	61
Figura 4.17 – Os alunos criavam programa de blocos com conteúdos matemáticos e robôs Escola A.	61
Figura 4.18 – Robôs utilizados no projeto STEM: Blue-Bot, Sphero mini e Ozobot Escola A e B...	62
Figura 4.19 – Explicamos e partilhamos ideias com todos Escola A.	63
Figura 4.20 – Aluna faz um circuito elétrico com pilha e lâmpada Escola A.....	65
Figura 4.21 – Trabalho experimental Os alunos fecham o circuito elétrico com pilha e lâmpada Escola A.	65
Figura 4.22 – Aluna fecha o circuito elétrico com pilha e lâmpada Escola A.....	66
Figura 4.23 – Registo da observação experimental Escola A.....	67
Figura 4.24 – Planeamento e registo do trabalho experimental com pilha e lâmpada para o circuito elétrico fechado Escola A.	68
Figura 4.25 – Circuito elétrico fechado com pilha e lâmpada Simulador PhET Escola A.	69
Figura 4.26 – Modelo do circuito elétrico fechado com lâmpada e pilha analógico e digital no Simulador PhET Escola A.....	69
Figura 4.27 – Circuito elétrico construído autonomamente pelo aluno em casa Escola A.....	70
Figura 4.28 – Aluna apresenta circuito elétrico fechado Busca-pólos eletrónico Escola A.	71
Figura 4.29 – Aluna apresenta o funcionamento de um busca-pólos eletrónico para o estudo do circuito elétrico fechado e aberto Busca-pólos eletrónico Escola A.	72
Figura 4.30 – Alunos utilizam recursos digitais de suporte à aprendizagem Escola A.	73
Figura 4.31 – Alunos e professores trabalham em conjunto Escola A.	74
Figura 4.32 – Aprendizagem em ambientes digitais Escola A.	74
Figura 4.33 – Aprendizagem em ambientes digitais Escola B.....	75
Figura 4.34 – Aluno trabalha com áreas e perímetros no simulador PhET Escola B.....	76
Figura 4.35 – Avaliação de cálculos no simulador PhET para multiplicação, divisão e factorização Escola B.....	77
Figura 4.36 – Grupos de trabalho autónomo Escola B.	78
Figura 4.37 – Aluna realiza trabalho numa ferramenta da Web 2.0 WordArt Escola B.....	79

Figura 4.38 – Grupo apresenta a localização e distância entre a Escola B e o MIT Escola B.....	80
Figura 4.39 – Alunos do 4.º ano organizavam um Workshop de WordArt para o 3.º ano Escola B..	81
Figura 4.40 – A turma do 4.º ano fez uma apresentação de WordArt aos colegas do 3.º ano Escola B.	82
Figura 4.41 – Cartaz do Dia Nacional da Cultura Científica 2019 Escola A e B.....	83
Figura 4.42 – Aluna faz a abertura do Dia Nacional da Cultura Científica Escola B.....	84
Figura 4.43 – Exposição temporária Trabalhos sobre corrente elétrica realizados em STEM Escola A.	85
Figura 4.44 – Palestra sobre o tema: “Eletricidade: Como uma ‘brincadeira’ de salão mudou o mundo” Professor Convidado da FCT NOVA Escola A.....	85
Figura 4.45 – Os alunos estabeleciam relações entre conhecimento, emoções e comportamento Escola A.	86
Figura 4.46 – Conversa o Professor Convidado da FCT NOVA na Celebração do Dia Nacional da Cultura Científica Escola A.	87
Figura 4.47 – Professor Convidado da FCT NOVA conversa com um grupo de alunos Dia Nacional da Cultura Científica Escola A.	88
Figura 4.48 – Palestra sobre o tema: O papel da mosca da fruta na Ciência Dia Nacional da Cultura Científica Investigadora Convidada do CEDOC Escola B.....	88
Figura 4.49 – Aluna do 2.º ano faz uma pergunta à investigadora do CEDOC Escola B.....	89
Figura 4.50 – Alunos fazem fila para observarem drosófilas Moscas da fruta no microscópio Dia Nacional da Cultura Científica Escola B.	89
Figura 4.51 – Aluna conversa com a investigadora CEDOC Dia Nacional da Cultura Científica Escola B.....	90
Figura 4.52 – Alunos observam uma cultura de drosófilas – Moscas da fruta Dia Nacional da Cultura Científica Escola B.	91
Figura 4.53 – Alunos observam drosófilas – Moscas da fruta Dia Nacional da Cultura Científica Escola B.....	91
Figura 4.54 – “A Matemática está em toda a parte” DIM 2019 Escola B.	92
Figura 4.55 – Cartaz oficial do DIM 2020 Escola B.....	93

Figura 4.56 – Os alunos apresentam um programa realizado no Scratch sobre Geometria e Medida DIM 2020 Escola B.	94
Figura 4.57 – Os alunos apresentam um programa realizado no Scratch sobre Geometria e Medida DIM 2020 Escola B.	95
Figura 4.58 – Estudo da Medida Professor convidado da FCT NOVA na celebração do DIM2020 Escola B.	96
Figura 4.59 – Os alunos discutem o raciocínio Matemático sobre Unidades de Medidas do SI com Professor convidado da FCT NOVA Celebração do DIM2020 Escola B.	96
Figura 4.60 – Estudo da Localização e Medidas de Comprimento com Professor convidado da FCT NOVA Celebração do DIM2020 Escola B.	97
Figura 4.61 – O projeto STEM foi apresentado à comunidade numa atividade desenvolvida pela LUDOBIBLIOTECA Escola A.	98
Figura 4.62 – Apresentação do projeto STEM às famílias Escola A.	98
Figura 4.63 – Folheto realizado pelos alunos Escola B.	101
Figura 4.64 – Folheto realizado pelos alunos Escola B.	102
Figura 4.65 – Respostas dos pais na Classroom do Agrupamento Escola A e B.	103
Figura 5.1 – Criar e inovar com STEM.	109

Índice de Gráficos

Gráfico 2.1 – Taxa de abandono precoce de Educação e Formação em Portugal.	18
--	----

Índice de Tabelas

Tabela 3.1 – Instrumentos, estratégias e meios audiovisuais da IA.....	37
Tabela 4.1 – Atividades planeadas nas STEM.....	45
Tabela 4.2 – Planificação das estratégias de STEM da IA articuladas com as AE e o PASEO na recolha dos dados.	47
Tabela 5.1 – Pontos fortes e fracos para o desenvolvimento de um projeto STEM.	109

Lista de Abreviaturas, Siglas e Símbolos

AE	Aprendizagens Essenciais
APPs	Aplicações Móveis ou Aplicativos Móveis
Blue-Bot	Robô Programável com Bluetooth
CE	Comunidade Europeia
1.ºCEB	Primeiro Ciclo do Ensino Básico
CEB	Currículo Ensino Básico
Coding Skills	Habilidades de codificação
CSH	Ciências Sociais e Humanas
DAC	Domínio de Autonomia Curricular
DIM	Dia Internacional da Matemática
EPT	Educação Para Todos
FCL	Future Classroom Lab
FCT	Fundação para a Ciência e a Tecnologia
FCT NOVA	Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
Hands-on	Aprender fazendo mão na massa
IA	Investigação-Ação
I&d	Investigação e conhecimento
INCoDe.2030	Iniciativa Nacional Competências Digitais e. 2030
iTEC	Innovation Technologies for an Engaging Classroom
KIT	Conjunto de ferramentas para determinada ação ou atividade
MCTES	Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior
MIT	Instituto de Tecnologia de Massachusetts
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PAA	Plano Anual do Agrupamento
PAFC	Projeto de Autonomia e Flexibilidade Curricular
PASEO	Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória
PhET	Simuladores interativos para Ciências e Matemática da Universidade do Colorado dos EUA
QNQ	Quadro Nacional de Qualificações
RCTS	Rede de Ciência, Tecnologia e Sociedade
REDs	Recursos Educativos Digitais
RGPD	Regime Geral de Proteção de Dados
Scratch	Linguagem de programação criada em 2007 pelo MIT

Software	Conjunto de programas e processo relativos ao funcionamento de um conjunto de tratamento de informações
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics
Tablet	Dispositivo pessoal com ecrã tátil
TC	Trabalho Curricular
TICE	Tecnologias de Informação e Comunicação e Eletrónica
UNESCO	United Nations Education, Scientific and Cultural Organization

1. Introdução

Neste capítulo introdutório da dissertação apresenta-se a motivação do estudo, tal como as circunstâncias, os procedimentos e o valor dos ambientes STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) em que se pretende desenvolver o estudo. Faz-se também referência aos contextos educativos para se demonstrar como se pode educar e aprender na escola, bem como à importância de se refletir sobre a adequação das estratégias, das ações e das equipas educativas para se desenvolver experiências, praticadas diariamente, para ensinar conteúdos e conceitos estruturantes das rotinas fundamentais da Flexibilidade Curricular. Posteriormente, apresentam-se as questões de investigação e os objetivos do estudo, seguindo-se a especificação da estrutura global da dissertação.

1.1. Motivação do estudo

A experiência da professora investigadora, de mais de 30 anos a lecionar Tecnologias e mais de 8 anos ininterruptos a lecionar a disciplina de Ciências Físico-Químicas do 3.º CEB (Ciclo do Ensino Básico), permitiu-lhe concluir que a cada ano letivo os alunos revelam menor interesse pelo conhecimento científico que lhes permite alcançar as competências definidas em cada ciclo de escolaridade em ciência e tecnologia. Com este estudo de caso, a investigadora pretende contribuir com uma metodologia pedagógica para a organização de estratégias e propostas de ação de STEM, tal como promover a experimentação científica de modo efetivo. Apesar de estas áreas estarem continuamente consagradas nos currículos escolares do ensino básico e secundário, só é possível alcançar bons resultados se se realizar um investimento significativo nas ciências e na tecnologia no ensino pré-escolar e no 1.º CEB.

Assim, os primeiros anos de escolaridade devem procurar construir aprendizagens significativas e desenvolver diversas áreas de competência, tais como: as linguagens; os textos; a informação; a comunicação; o pensamento crítico; o raciocínio; a resolução de problemas; o saber científico, técnico e tecnológico; o relacionamento interpessoal; o desenvolvimento pessoal; a autonomia; o bem-estar; a saúde; e o ambiente. De facto, é a partir destas áreas que se podem desenvolver várias situações e estratégias de trabalho no âmbito das equipas educativas. Logo, os projetos são definidos a partir das mesmas, com algumas sugestões de ações didáticas para inspirar os alunos, os professores e os encarregados de educação, bem como para desenvolver atividades experimentais que apoiem a compreensão de diversas aplicações e conceitos de STEM. Devido ao caráter transversal das áreas de competência, estas podem ser consideradas como competências obrigatórias a desenvolver como um projeto, promovendo, portanto, um melhor conhecimento das situações escolares e desafios diários devido à estrutura educativa flexível inerente à STEM.

As STEM assumem-se, assim, como um método de trabalho transversal, objetivando a investigação do modo como todos podem utilizar e adaptar projetos e iniciativas de recursos tecnológicos nas práticas educativas. Podem conferir particularidade às opções que oferecem uma referência para o modelo de trabalho e o desenvolvimento das STEM em diferentes situações, mas sempre enquadradas nas práticas a desenvolver desde a educação pré-escolar até ao ensino secundário em meio escolar.

Tendo em conta as descobertas que os alunos fazem por si próprios – especialmente num ambiente preparado –, estas geram encanto e afeto pela aprendizagem, motivo pelo qual os alunos não precisam de ser direcionados para explorar as STEM, pois as áreas de conhecimento são trabalhadas em simultâneo, permitindo também, e de um modo admirável, que os alunos tenham contacto com novos e variados conceitos ao mesmo tempo. Numa sala de trabalho STEM, os alunos aprendem observando, e podem consolidar o que aprenderam ao ajudarem os seus colegas. O trabalho do aluno no ambiente STEM é observar diretamente, assim como estruturar as possibilidades do trabalho com ferramentas que estimulam a autonomia, proporcionam maior facilidade na resolução de problemas e uma aprendizagem dinâmica, livre e útil, visto que permitem que os alunos desenvolvam conhecimentos que o modelo tradicional não permite. Naturalmente os alunos são aprendizes curiosos – se permitirmos que o sejam.

Independentemente do tipo de condicionalismos que possam travar o desenvolvimento científico, os limites da ciência são os limites da curiosidade, da imaginação e do trabalho humano, pois sempre haverá “mistérios” da Natureza para desvendar e resolver. Como o campo da ciência é tudo o que é inteligível, não há limites para a ciência (Bernardo, 2013, p. 31).

É de acordo com esta reflexão que este projeto desenvolve atividades *Hands-on*, através das quais o aluno aprende fazendo. A mão assimila informação de uma forma concreta para a passar para o cérebro. Uma coisa é ouvir ou ver algo, mas se associarmos à audição ou à visão o uso das nossas mãos, aprendemos a um nível mais profundo. Deixamos de aprender passivamente para aprendermos ativamente.

O desenvolvimento das capacidades intelectuais acontece até cerca dos 12 anos, estágios de Piaget das operações formais. Assim, terão de se conjugar todos os esforços para que até essa idade se promovam atividades com o objetivo de desenvolver o raciocínio lógico-matemático. Em vez de se tentar ensinar precocemente matemática a crianças que ainda não possuem capacidades cognitivas para aprender, devemos ter a preocupação de ajudar a fomentar as capacidades de raciocínio. A criança terá toda a sua vida para aprender matemática, mas para o desenvolvimento de um bom raciocínio de matemática terá apenas alguns anos da sua infância (Paiva, 2020, p. 91).

As STEM garantem a aquisição de conhecimentos de forma consciente e reflexiva, com propostas e estratégias de ação para atingir a Autonomia e a Flexibilidade Curricular logo nos primeiros anos de

escolaridade. Acreditamos que é uma estratégia significativa para que a Flexibilidade Curricular funcione, porque este estudo também nos indica que cada um de nós tem necessidades próprias, e que temos de ser criativos para encontrar maneiras de garantir que as necessidades de todos são entendidas. Não será fácil, mas é possível. Pelo menos, podemos começar!... - Por exemplo, a falar de STEM o mais cedo possível. - Esta é a nossa proposta de estudo a partir do CEB, construir propostas de estratégias de ação com as AE (Aprendizagens Essenciais), para atingirmos o PASEO (Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória).

Estamos perante um exercício que, pelas razões enunciadas, vale a pena demonstrar porque seria muito bom para os alunos, e para o ensino em geral, aprender mais sobre como melhorar o trabalho escolar com generosidade, confiança, compreensão, esperança, criatividade e tolerância para aprenderem melhor e com mais gosto. É, igualmente, a partir destas questões que é fundamental aprendermos, desde muito cedo, a sermos gentis, a trabalhar a liberdade, a responsabilidade, a integridade, a cidadania, a participação, a excelência, a exigência, a curiosidade, a reflexão e a inovação, tal como está definido no esquema conceitual do PASEO.

As STEM não são trabalhadas de modo isolado como acontece no modelo de ensino tradicional. As estratégias e os recursos estão associados para que os alunos compreendam a sua relação e de que maneira esses diferentes campos de saber oferecem soluções para os problemas e os desafios do dia a dia.

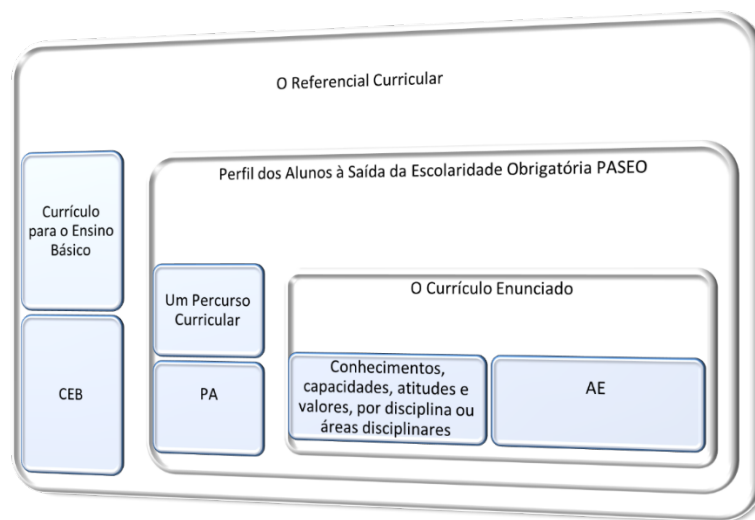


Figura 1.1 – Referencial curricular para a construção das aprendizagens essenciais em articulação com o PASEO (Roldão et al., 2017, p. 6).

O referencial curricular da Figura 1.1 é um esquema que demonstra e dá significado ao processo de desenvolvimento do CEB e à operacionalização em articulação com os seguintes documentos: PASEO e as AE.

O objetivo é ajudar os alunos a terem cuidado, atenção e empatia com os outros para se tornarem adultos atenciosos, respeitosos e responsáveis, numa perspetiva cooperativa e não competitiva. São estas opções, entre outras, que nas escolas poderão ser operacionalizadas, de forma a contribuírem para a aprendizagem de vida que liga a escola ao mundo, aos outros e a tudo o que nos rodeia e que nos torna mais fortes.

A implementação das STEM não é difícil, nem necessita de equipamento e recursos moderníssimos, pois trata-se de uma decisão estratégica que diz respeito a uma reflexão a fazer nos Departamentos Curriculares. Não havendo melhores ou piores soluções, há apenas que criar equipas educativas e fomentar a cooperação entre professores, numa cultura de trabalho colaborativo para investir no conhecimento e na interação social sobre a aprendizagem.

1.2. Colocar em prática as STEM na sala de aula

Esta dissertação aborda uma proposta escrita que expõe o resultado das práticas pedagógicas e didáticas de estudo que incentivaram as “STEM no 1.º CEB | O Laboratório como Recurso e Estratégia” para trabalhar os princípios, os valores e as áreas de competências indicadas no PASEO.

Trata-se de caracterizar o projeto global desenvolvido no estudo. Abordam-se, assim, os conteúdos de Matemática para o ensino-aprendizagem da Geometria e Medida no 4.º ano, baseados na associação de práticas importantes de aprendizagem deste tema com estratégias de ação para explorar, analisar e interpretar situações e problemas concretos da vida dos alunos e/ou presentes no meio sociocultural e geográfico em que se inserem as escolas de um Agrupamento de Escolas do concelho de Cascais, recorrendo a materiais e recursos diversificados.

Pode considerar-se que a estrutura da dissertação organiza o ensino prevendo a experimentação de técnicas, instrumentos e formas de trabalho diversificadas para o estudo das STEM, promovendo intencionalmente, na sala de aula ou fora dela, o conhecimento de estratégias e ferramentas digitais de apoio à criatividade, com as TIC gerando ideias criativas e inovadoras nos planos de trabalho convencionais, nos processos por meio de soluções de estudo para a Geometria e Medida com a formulação e resolução de problemas, utilização do pensamento computacional e a programação no Scratch.

São estes os pressupostos a ter em conta na criação de algoritmos e de programas que envolvem conceitos matemáticos para desenhar e descrever a posição de polígonos (triângulos, quadrados, retângulos, pentágonos e hexágonos), relacionados com o cálculo, a geometria, as sequências e regularidades. Para além de desenvolver algoritmos e/ou programas que envolvem a relação dos

polígonos com a localização, orientação no espaço e os diversos tipos de ângulos (reto, agudo, obtuso, raso e giro), estão também envolvidos objetos virtuais e materiais para criar jogos simples no Scratch e recursos laboratoriais diversificados. Na realização deste tipo de projetos criam-se muitas situações de aprendizagem colaborativa e variada. As STEM permitem partilhar textos, apresentar trabalhos experimentais à turma, a colegas de outras turmas, a convidados externos à escola e aos pais.

Em suma, é possível comunicar, por videoconferência e outros meios digitais, entre professoras e com alunos e pais, apresentar a resolução de problemas de matemática, de ciências, de tecnologia e de engenharia em experiências individuais e de grupo, explorar tarefas de natureza diversificada - pesquisar, pensamento computacional, produção de modelos, (...) -, e partilhar o trabalho nas diversas plataformas de ensino e aprendizagem da escola.

Assim, estamos perante estratégias que pretendem desenvolver práticas, apresentar ideias, procedimentos e resultados sempre com trabalho colaborativo e em pequenos e grandes grupos, para possibilitar a todos a confrontação com opiniões distintas. Em larga medida, estamos na presença da adoção de uma abordagem concordante com a metodologia em causa, pois nas STEM consideramos a participação e autonomia máxima por parte dos alunos na realização de atividades que envolvem aprendizagens de diferentes áreas do currículo, a colaboração com os pares, com alunos, com pais e com a comunidade.

Será esta a questão que explica a necessidade de, através das STEM, se assumir atitudes críticas e fundamentadas na utilização adequada e responsável das tecnologias, para chegar ao desafio que a educação do século XXI enfrenta. Daí a importância do contributo diversificado, frequente e de qualidade que se recomenda na educação pré-escolar e nos ensinos básico e secundário. Deste modo, e para além do acréscimo de motivação com diversos temas, formas de trabalhar com todos e em várias perspetivas do contexto educativo, os alunos aprendem a responsabilizarem-se, progressivamente, pelas suas aprendizagens e têm oportunidade de partilhar o que e como aprenderam determinado conteúdo.

É em função desta reflexão sobre as STEM que se explica o conjunto de propostas de ação que nos propomos estudar, como devem os professores lidar com os desafios das tecnologias de informação na educação de todos para uma escola com futuro. Iremos propor soluções que visam, mais do que indicar, inspirar professores e alunos para investir na aprendizagem, na educação e no bem-estar de todos. Neste sentido, o que se pretende é construir uma escola para todos e que, em conjunto, se pense e se unam esforços para se reinventar profissionalmente para um ensino mais inclusivo, enquanto se reforça o sentido de pertença e conformidade a nível escolar desde os primeiros anos de escolaridade.

O Ministério da Educação, em 6 de julho de 2018, publica o Decreto-Lei n.º 55/2018, que assume como prioridade a concretização de uma política educativa centrada nas pessoas e que garanta a igualdade de

acesso à escola pública, promovendo o sucesso educativo e a igualdade de oportunidades para todos os alunos. É neste sentido que as STEM podem ser uma abordagem dos fundamentos curriculares e educativos do Projeto de Autonomia e Flexibilidade Curricular no 1.º Ciclo, bem como os desafios e as exigências do processo de operacionalização das áreas de competências em sala de aula com trabalho colaborativo entre professores.

Assim, e de acordo com estes princípios, os professores, num ambiente inspirador e facilitador da aprendizagem, podem delinear com os alunos opiniões e ideias para a resolução de problemas no desenvolvimento das mais diversas iniciativas curriculares. Sentíamos que podíamos fazê-lo em todos os contextos e com alunos de todas as idades. As razões para se acreditar, verdadeiramente, que com flexibilidade e entendimento as necessidades de todos os alunos podem ser consideradas em sala de aula baseiam-se no facto de se promover a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade curricular, nomeadamente através de projetos e exercícios.

O que se pretende é discutir quer os desafios e as implicações do Projeto de Autonomia e Flexibilidade Curricular quer, sobretudo, as conceções curriculares e pedagógicas que sustentam tais desafios e implicações (Cosme, 2018, p. 8).

É de acordo com este contexto de flexibilidade que se propõe e explica a centralidade dos alunos e do trabalho entre professores para a qualidade das aprendizagens. Nestas circunstâncias, pode-se trabalhar num grupo alargado, partilhar experiências e responsabilidades. Deste modo, aprende-se a confiar uns nos outros, aprende-se com o conhecimento e a capacidade de reflexão que as equipas educativas e os professores cooperantes têm do mundo e das suas áreas curriculares em particular.

O Currículo Escolar dos alunos fica valorizado porque se trabalha o desafio da sala de aula com a vantagem e o apoio dos pares, como uma oportunidade de trabalho de qualidade para todos e uma oportunidade de gerir mais e melhores aprendizagens com os alunos. Aprender com a tecnologia, pensar, criar e concretizar, não é apenas programar, mas sobretudo resolver problemas.

As escolas e os seus professores colocam a si próprios desafios inéditos e mais ambiciosos que os obrigam a partilhar problemas, questões e projetos, bem como a apoiarem-se nesse processo, seja através de uma escuta mais ativa e empática seja através das reflexões construídas em comum e das soluções que se partilham (Cosme, 2018, p. 102).

Esta reflexão permite compreender como é que se consegue sempre acrescentar algumas ferramentas às que já temos para promover a participação de todos e procurar diferentes formas e modos de cooperação em sala de aula. Ou seja, utilizar como estratégia a inovação de conteúdos programáticos e metodologias com ferramentas que permitem criar desafios de qualidade e aprender a conhecer, o aprender a fazer, o aprender a aprender, são objetivos que remetem para uma reflexão cuidada e prudente sobre o processo

de transição da cultura individual para a cultura cooperante. Como é perceptível, tudo isto passa pela aposta na formação dos professores ao longo da vida, para que assim possam proporcionar o desenvolvimento de conhecimentos e atitudes que permitam definir currículos escolares disruptivos. Ou seja, são os professores do Ensino Básico que fazem e que conhecem bem os contextos locais. Com a autonomia assegurada pelo Decreto-Lei n.º 55/2018 podem realizar-se os desafios da escola digital, tanto no contexto europeu como no contexto do mundo global.

Com este projeto pretendemos desenvolver a cooperação entre professoras de ciclos de ensino diferentes no nosso agrupamento, porque todas as professoras envolvidas planearam uma prática concreta de colaboração, como por exemplo:

- Planear métodos de trabalho entre professores.
- Preparar métodos de trabalho com os alunos.
- Resolver problemas com os alunos.
- Incluir todos os alunos nas atividades.
- Ajudar os alunos a falar e a ouvir os outros.
- Gerir expectativas escolares.

Deste modo, a sala de aula assume-se como um espaço cheio de significado para alunos e professores, melhorando-se também a gestão das atividades. Os alunos gostam de aprender com tecnologia e a exigência atual é para que os sistemas educativos, as escolas e os professores se reinventem para aprendizagens e currículos que combinem materiais físicos com digitais, ambientes virtuais, colaborativos e de suporte à aprendizagem. Os alunos têm um controlo ativo na aula, podem dar ideias relativamente à resolução de problemas e sugerir soluções em conjunto. Os professores até podem sugerir muitas ideias, mas os alunos têm sempre de ser envolvidos no processo de modo ativo e emotivo.

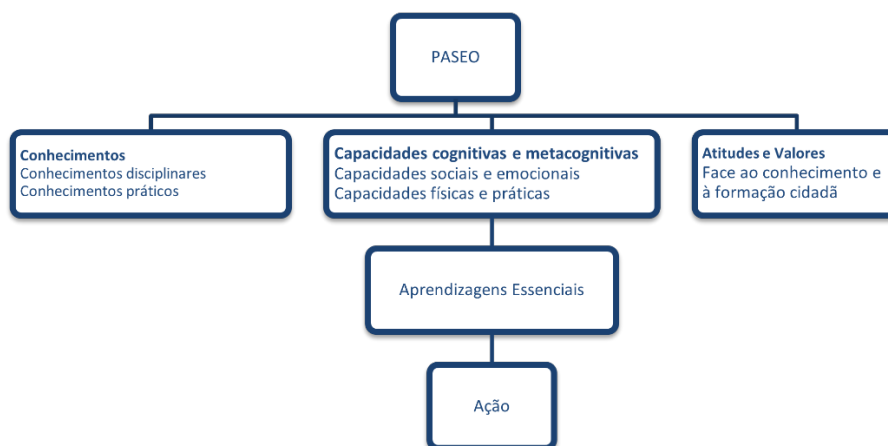


Figura 1.2 – Aprendizagem dos alunos com o referencial curricular (Roldão et al., 2017, p. 9).

Por exemplo, a Figura 1.2 esquematiza a visão geral do PASEO até às estratégias e recursos que devem ser aprendidas por todos e não poderemos, assim sendo, referir que apenas alguns conseguirão, aceitando a exclusão de outros. A prática de educar e a prática de aprender nas nossas escolas não pode ser desligada das características em que se fundamentam as estruturas da sociedade em que nos inserimos. Assim, a finalidade da Escola é permitir a todos os alunos adquirir conhecimentos e saberes para usar a nível pessoal e social na sociedade em que vivemos.

1.3. Objetivos e questões de investigação

Ao direcionarmos as STEM para experiências que permitem a interdisciplinaridade e aceleram opções tecnológicas para todos, encontramos inúmeras ferramentas e recursos digitais que podem ser utilizados para enriquecer e diversificar a prática educativa.

No desenvolvimento do estudo definimos objetivos e questões de investigação (Figura 1.3) para trabalhar com todos os alunos, dispositivos móveis individuais, boas práticas, literacia digital e transformar o conhecimento em resultados úteis para a aprendizagem na área das STEM com atividades da vida real. Este estudo tem como foco principal o trabalho a desenvolver com alunos do 1.º CEB em plataformas digitais, simuladores, modelagem de dados recolhidos e processamento computacional. É o resultado de uma estratégia que aponta um conjunto de conhecimentos, atitudes e competências que possibilitam a interação com modelos inovadores de aprendizagem e de valor para todos, incluindo os professores e os alunos.

Propõe-se, também, estudar propostas práticas diferenciadas na gestão do currículo e das aprendizagens e como é possível e proveitoso tornar visível o caminho de cada aluno através de estratégias, recursos e

competências digitais que envolvem as STEM com níveis de proficiência quando são aplicadas em alunos de idades compreendidas entre os 8 e os 10 anos de idade. Este é um exemplo de como este grupo-alvo não deve ser excluído destes contextos e cenários de aprendizagem. É neste sentido que vale a pena abordar a aprendizagem fora do contexto da sala de aula, bem como as ferramentas múltiplas e diversificadas para as STEM baseadas na combinação do trabalho prático, de índole experimental, e do currículo como meio promotor das competências de trabalho em equipa, aquisição de competências linguísticas, na língua materna e nas línguas estrangeiras, o pensamento crítico e a criatividade através de recursos educativos de grande valor.

A organização multidisciplinar da aprendizagem STEM, os modos de trabalho dos professores e dos alunos e a metodologia dos projetos constituem um importante instrumento pedagógico e são as razões que permitem legitimar e justificar a importância das STEM como resposta às questões de investigação elaboradas e aos objetivos de aprendizagem identificados.

Em conclusão, reafirma-se que, mais do que indicar caminhos, pretende-se mostrar que as aprendizagens STEM facilitam o desenvolvimento de um conjunto de competências essenciais do currículo escolar, formando alunos mais disponíveis para os estímulos do digital.

Os objetivos de investigação

De forma a concretizar o plano de trabalho deste estudo, apresentam-se, agora, os objetivos que foram definidos para operacionalizar o trabalho a propor aos alunos em STEM:

1.º - Identificar práticas de STEM no Currículo do 1.º CEB consistentes com o Currículo e o PASEO.

2.º - Desenvolver, validar e avaliar estratégias e recursos STEM no 4.º ano de escolaridade.

3.º - Promover a integração, nas práticas letivas, de simulações e ambientes exploratórios, online e offline, nomeadamente ferramentas que promovem pensamento computacional.

4.º - Discutir resultados dos tópicos e competências em STEM, em alunos do 4.º ano de escolaridade.

Questões de investigação

As questões usadas para concretizar os objetivos definidos são baseadas na importância das estratégias e dos recursos na criatividade, no pensamento crítico, na comunicação e na colaboração, visto que são

essenciais na formação dos alunos e para o propósito dos desafios exigentes da educação digital e, conseqüentemente, para o futuro.

A capacidade de trabalharmos os currículos exigentes e em ambientes de trabalho estruturados é também muito importante, sendo fundamental trabalhar com rigor o desenvolvimento de competências essenciais, tais como: a flexibilidade, a iniciativa, as competências sociais, a eficiência, a responsabilidade e a influência.

As três questões utilizadas para concretizar os objetivos definidos foram:

1.^a - Em que medida é que as estratégias e os recursos que foram implementados são adequados ao ensino STEM no 1.º CEB, de acordo com os juízos dos professores?

2.^a - Em que medida é que as estratégias e os recursos que foram implementados são adequados ao ensino STEM no 1.º CEB, de acordo com os resultados de aprendizagem dos alunos, identificados através dos registos?

3.^a - Em que medida é que as estratégias e os recursos que foram implementados são adequados ao ensino STEM no 1.º CEB, de acordo com as opiniões dos pais?

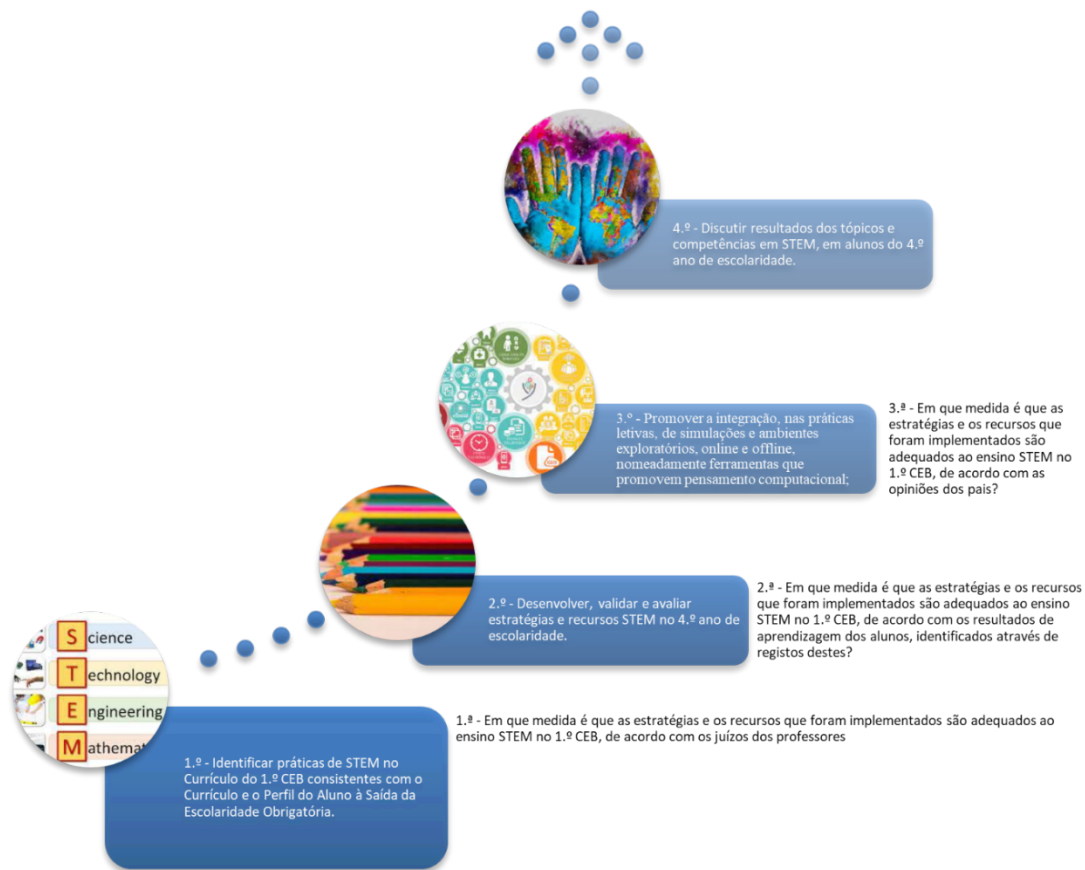


Figura 1.3 – Objetivos e questões de investigação.

Na Figura 1.3 o que se propõe é uma relação entre as questões de investigação e os objetivos pensados para a dissertação, com o objetivo de promover uma reflexão sobre o comportamento e o trabalho realizado.

O que é relevante no projeto STEM é os alunos serem autores e criadores ativos dos projetos num ambiente inspirador e propício à aprendizagem. Propõem-se, também, aulas coletivas sem periodicidade previamente definida, mas como resposta às necessidades consideradas em cada projeto, contribuindo, assim, para o bom funcionamento do trabalho em comum.

Neste sentido, as STEM deixam de ter um percurso inflexível do currículo, mais ou menos explícito, o que importa e tem implicações diversas ao nível da definição dos critérios a estabelecer, dos instrumentos a utilizar, da valorização e das implicações pedagógicas relativas ao ato de ensinar e aprender. Constata-se que estamos perante uma gestão curricular que introduz pressões diversas nos professores, na forma de pensar e operacionalizar o processo de ensino-aprendizagem, nomeadamente quando não podemos ignorar a carga da avaliação externa (exames) nos anos terminais de ciclo.

1.4. Estrutura do trabalho

Esta dissertação está estruturada em cinco capítulos distintos. No primeiro capítulo procura-se fazer um enquadramento do tema – As STEM e o Laboratório como Recurso e Estratégia -, que pela sua importância, abrangência e oportunidade tem gerado grande discussão académica e pública. Assim, e numa tentativa de apoiar esta reflexão, consideramos importante para operacionalizar o potencial das áreas STEM o Currículo Escolar do 1º CEB e as AE, nomeadamente para assegurar o cumprimento do PASEO. Atualmente, torna-se claro para todos que é uma preocupação relevante a nível nacional e europeu, particularmente no contexto das saídas profissionais dos jovens, justificando, também por isso, uma importante procura prática do valor das STEM nos primeiros anos de escolaridade. Consideramos útil o registo de alguns indicadores estatísticos de Portugal na evolução do conhecimento nas áreas das STEM nos últimos 25 anos, caracterizando-se enquanto motivação para as STEM. Também apresentamos uma reflexão acerca da forma como se estimula a cooperação das equipas educativas e o trabalho colaborativo entre professores, alunos e pais. Também referimos neste capítulo o interesse das ações e das estratégias na criação de ambientes de aprendizagem STEM de modo integrado na modernização tecnológica das escolas e, um envolvimento grande dos professores na utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação em todas as ocasiões, como uma solução significativa para muitas das dificuldades estruturais nas disciplinas essenciais, como são as Ciências, a Tecnologia, a Engenharia e a Matemática. Definimos quatro objetivos e três questões de investigação neste estudo e terminamos com a estrutura do Trabalho de Projeto desenvolvido neste estudo.

No segundo capítulo descrevemos a pesquisa realizada, particularmente no ensino e divulgação da ciência, a evolução da procura de ensino, a formação, o enquadramento e a relevância das STEM em Portugal. Também são abordadas as principais dificuldades no ensino destas áreas, a sua importância e o futuro das Ciências e da Tecnologia.

No terceiro capítulo apresentamos a reflexão sobre a metodologia investigação-ação (IA), que foi a utilizada neste trabalho, bem como os modelos de pesquisa usados para o estudo, as estratégias e recursos utilizados para a recolha e tratamento dos dados.

O quarto e quinto capítulos são inteiramente dedicados à análise da informação recolhida, ao registo, à interpretação das ações, estratégias e informações pertinentes sobre a diferenciação de estratégias de ensino que foram implementadas nas duas escolas, num Agrupamento de Escolas do concelho de Cascais. Os dados referem-se a informações recolhidas a partir deste estudo empírico, de base qualitativa e exploratória, que nos permitem divulgar como foram estruturadas as atividades para operacionalizar o pensamento computacional, algoritmos, o estudo da corrente elétrica, a utilização das tecnologias no ensino das ciências e as comemorações relacionadas com a cultura científica no ensino das STEM. Nas

conclusões temos a nossa visão para o futuro das STEM e a identificação das limitações e dos pontos fracos da investigação conduzida. Registamos as atividades, os dados e as informações que nos permitiram tirar conclusões e recomendações para a melhoria do ensino das ciências e da tecnologia e ainda para fomentar os percursos escolares nas escolas básicas e que esperamos poderem vir a ser úteis para a trabalhosa, mas muito compensadora, missão que é o ensino e a aprendizagem das STEM desde os primeiros anos de escolaridade.

2. Revisão da Literatura

Neste segundo capítulo, da revisão da literatura, identifica-se e apresenta-se o valor do ensino, da divulgação, do enquadramento e da relevância das ciências e da tecnologia em Portugal, bem como as principais dificuldades no ensino das ciências e da tecnologia. Neste sentido, apresentamos uma reflexão sobre as ciências e as tecnologias, com base na importância das STEM em Portugal para o conhecimento, e como os ambientes de aprendizagem STEM podem criar oportunidades para se investir no desenvolvimento e melhoria do processo educativo em todos os graus de ensino.

2.1. Ensino e divulgação da ciência

De forma a identificar-se o ensino e a divulgação das ciências, este subcapítulo pretende apresentar o contexto genérico atual, as exigências políticas, sociais e culturais para se discutir as ciências e as tecnologias na educação e o currículo de ensino básico a desenvolver a partir dos primeiros anos de escolaridade. É claro que só pode haver professores a realizar trabalho de ciências e tecnologias na sala de aula, em todos os níveis de ensino, se estiverem bem preparados e se existir mais e melhor formação nestas áreas para a classe docente.

Não há dúvida que Portugal progrediu extraordinariamente em ciência e tecnologia nas últimas décadas. Um dos resultados é o número de pessoas formadas, nomeadamente o número de pessoas com graus de mestrado e doutoramento (Fiolhais, 2011, p. 43).

É de acordo com este pressuposto que se explica a importância deste tipo de investigações para a construção de respostas educativas de qualidade e aplicabilidade, uma vez que os professores e as equipas educativas não podem depender só da criatividade didática enquanto profissionais. Tal como temos defendido, o desenvolvimento em ciência e tecnologia é um processo cheio de trabalho, mas determinante para que os professores investiguem e trabalhem o propósito educativo, desenhem projetos, lidem com dados provenientes de diversas fontes, resolvam problemas e ajudem a criar métodos e caminhos para a transformação e inovação do ensino e da aprendizagem. O que se pretende é discutir os desafios e as implicações do ensino das ciências em Portugal. Em conjunto, invoca-se a melhoria, associando-a à inovação independente dos entendimentos curriculares e pedagógicos desenvolvidos, ao longo dos tempos, e que sustentam tais desafios e as implicações sociais dos últimos anos.

O acréscimo do investimento em ciência e tecnologia efetuado entre nós nos últimos anos conduziu a resultados que já são visíveis. Espera-se que esse acréscimo prossiga, reforçando o

que de bom tem sido feito. E que, por isso, os resultados sejam ainda mais visíveis (Fiolhais, 2011, p. 49).

É para esta reflexão que pretendemos contribuir, motivo pelo qual a revisão da literatura se encontra organizada em duas partes diferentes: a primeira parte é dedicada à reflexão concetual sobre o ensino das ciências e das tecnologias em geral, enquanto a segunda parte remete para a nova conceção do ensino e da aprendizagem em ciências e tecnologias, com as estratégias e os recursos pedagógicos propostos pelas STEM para que no futuro consigam entusiasmar mais escolas e professores a pensar e gerar os próprios projetos STEM.

Em síntese, é necessário aumentar a qualificação científico-pedagógica dos currículos, sendo que o que se impõe no sistema educativo atual é exageradamente igual. As STEM permitem uma diferenciação construtiva do ensino das ciências e das tecnologias, tal como a transformação ativa dos currículos pedagógicos através da literacia digital em todos os níveis de ensino, impactando também uma organização curricular flexível. A educação inclusiva trabalha as mais variadas causas, tais como a idade, o nível de formação e qualificação desejada, a localização geográfica e mesmo o género, já que as STEM são ainda áreas onde a percentagem de jovens raparigas é muito baixa. Temos de ser capazes de proporcionar a todos os jovens que frequentam o ensino regular a possibilidade de aceder a recursos digitais e, conseqüentemente, que tal contacto garanta que todos os alunos acedem, compreendem e, eventualmente interiorizem outros modos de pensar e de agir com o currículo escolar. É de acordo com esta mudança que se assume que a escola é um espaço de socialização e instrução evidente no mundo e na sociedade em que vivemos.

A frequência da escola é essencial para obter uma familiarização mínima com a ciência e as suas implicações. Na escola joga-se quer a possibilidade de seguir uma carreira científica ou de base científica, o que evidentemente só será feito por uma parte da população, quer, sobretudo, a possibilidade de obter uma perspetiva científica do mundo, o que é para todos, na sociedade de hoje, uma condição indispensável de cidadania plena (Fiolhais, 2011, p. 56 e 57).

Em conclusão, o que importa compreender é que há medida que o campo teórico das ciências e da tecnologia se vai desenvolvendo, as STEM reúnem mais importância na educação no contexto internacional. Os países mais desenvolvidos e preocupados com as mudanças que são necessárias realizar no ensino de qualidade, oferecem aos alunos ferramentas apropriadas nos campos da educação, tecnologia e recursos digitais de apoio aos estudos em código aberto. A experimentação científica é promovida de modo efetivo através deste tipo de recursos e plataformas digitais, já que facilitam a colocação de perguntas e a procura de respostas e, por esse motivo, a renovação dos seus currículos escolares e das tecnologias no espaço europeu e mundial.

Os contextos e os cenários de aprendizagem estão em mudança, os espaços de aprendizagem são diferentes e fazem-se dentro e fora da sala de aula à escala global. A reflexão que aqui se propõe está profundamente relacionada com a alteração das estratégias e da utilização dos instrumentos e recursos de trabalho das STEM. Esta será a condição fundamental para o funcionamento da educação científica em qualquer parte do mundo a curto prazo. No novo entendimento da escola, o conceito de interdisciplinaridade foi posto em causa em detrimento da aceitação do trabalho prático e experimental STEM e da formação de equipas educativas que interligam, em si mesmas, a promoção das aprendizagens em contexto formal e informal, motivam e estimulam a aquisição de competências como o trabalho de equipa, o pensamento crítico, a lógica, a programação e as competências linguísticas. A receptividade gerada pelas STEM tem promovido a formação dos professores, capacitando-os para a aplicação destas áreas como recursos tecnológicos educativos em sala de aula e em todos os níveis de ensino. As alternativas para a operacionalização das STEM são diversas, mas devemos ter sempre em conta o cumprimento, que no nosso entender, a articulação das áreas STEM proporcionam todas as estratégias e recursos que são estruturantes porque estimulam e promovem o aprender-fazendo que deve ocorrer durante os processos de ensino e aprendizagem.

2.2. As dificuldades no ensino das Ciências e da Tecnologia

No fundo, o que tem falhado, com efeito, na escola atual e que afasta direta ou indiretamente muitos alunos das áreas das ciências e das tecnologias está relacionado com o facto de a escola descuidar a importância do ensino da ciência e ter currículos escolares com falta de interesse, motivação e importância para o desenvolvimento dos alunos. Na escola, os exames são também um bom exemplo das dificuldades, nomeadamente a nível da transição entre ciclos de estudos com o decorrente aumento do grau de exigência, interferindo negativamente no processo de desenvolvimento destas áreas. É, portanto, esta a escola que não reflete sobre o que os alunos não aprendem, as competências que não desenvolvem, nem sobre o que realmente precisam de aprender, que se orienta, muitas vezes, só por dois critérios: percursos de sucesso e de insucesso, porque não assume a responsabilidade em relação à falta de motivação e dedicação dos alunos, e pelas contínuas facilidades e falsos sucessos que se lhes vão oferecendo nos primeiros anos de escolaridade.

A nossa herança económica, social, educativa e cultural era pesada à data da Revolução de 25 de abril de 1974. O atraso da ciência em Portugal tinha, muito em particular, que ver com o atraso na educação, em especial a falta de educação universal a que os cidadãos modernamente têm direito. Em Portugal aprendeu-se tarde e mal a ler, escrever e contar. No início do século XX, o analfabetismo ainda era, entre nós, uma trágica realidade, a ponto de o país ser referido

como exemplo da “pobreza das nações” em livros de referência internacional (Fiolhais, 2011, p. 9).

Em 1994 quase metade dos alunos abandonava precocemente a educação e a formação, tal como é possível verificar no Gráfico 2.1. Em Portugal, a sociedade era muito menos escolarizada do que a da maioria dos países europeus, registando-se baixos perfis de qualificação, uma exigência elevada no acesso ao ensino superior, índices muito elevados de insucesso, dificuldades na transição entre ciclos, continuação do regime de monodocência no 1.º CEB, a infantilização de conceitos, o tornar mais ligeira a linguagem científica, a subestimação pelo ensino experimental das Ciências e o desprezo pelo esforço e pelo trabalho das ciências e da tecnologia porque não se ajustavam aos interesses dos alunos.

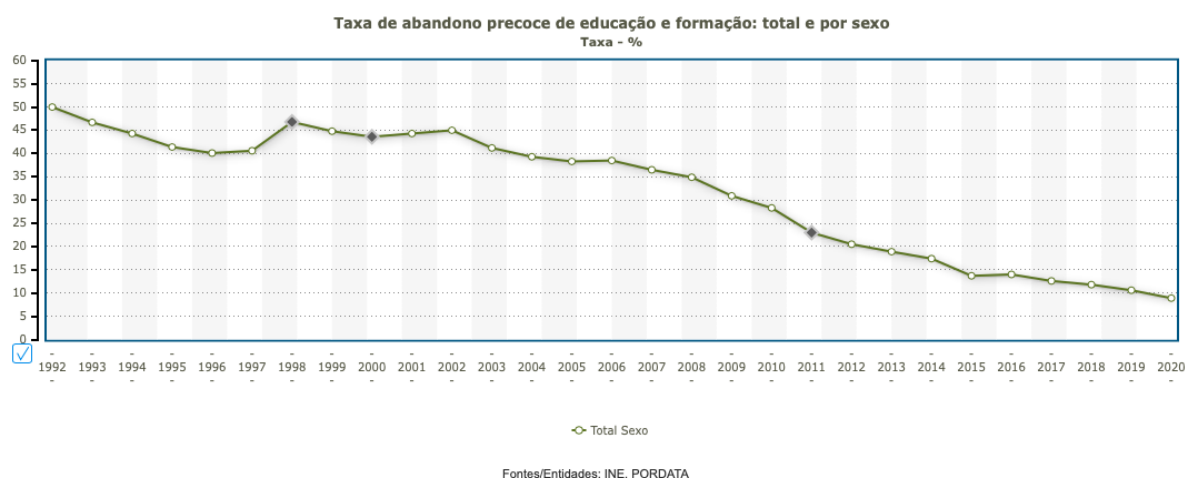


Gráfico 2.1 – Taxa de abandono precoce de Educação e Formação em Portugal.

A educação escolar em Portugal desenvolve-se em três níveis de ensino: pré-escolar, básico, secundário e superior. Se nos centrarmos no ensino universal, obrigatório e gratuito, temos a educação básica que compreende três ciclos sequencias: 1.º Ciclo: 1.º, 2.º, 3.º e 4.º anos; 2.º Ciclo: 5.º e 6.º anos; 3.º Ciclo: 7.º, 8.º e 9.º anos e um ciclo secundário de três anos: 10.º, 11.º e 12.º anos de escolaridade.

Na disciplina de Matemática as provas de aferição no ensino básico, apesar de fáceis, têm tido resultados desastrosos: por exemplo, nos 4.º, 6.º e 9.º anos de 2004, o número de provas com “zero” e “não responde” é simplesmente assustador (38 por cento no 4.º ano, 58 por cento no 6.º ano e 52 por cento no 9.º ano). São também preocupantes as baixas classificações nas provas nacionais de Matemática do 9.º ano e nas provas nacionais de Matemática e Física do 12.º ano: as baixas médias dos resultados nacionais, assim como as baixas médias de algumas escolas em particular, deveriam constituir motivo de reflexão (Fiolhais, 2011, pp. 58, 59).

Assim, a organização do trabalho pedagógico suscita necessariamente a reflexão sobre o sentido dos desafios e das atividades propostas. Quando estudamos propostas e estratégias de ação que integram

este projeto, pensamos em cenários de aprendizagem que, pela sua abrangência, permitem elaborar os contextos em que as aprendizagens se desenvolvem em metodologias ativas.

Analisando os currículos tradicionais, percebemos que são sistemas de ensino com um conjunto de disciplinas, organizado em aulas, onde são apresentados conteúdos curriculares, aos quais os alunos assistem e sobre os quais são avaliados em períodos bem definidos no calendário escolar. Este sistema não está a ajudar os nossos alunos a trabalharem o conhecimento científico e tecnológico à escala global. Estamos na presença de um sistema educativo criado para a Revolução Industrial, para formar trabalhadores de fábrica. Nas salas de aulas tradicionais também os nossos alunos se sentam em filas e memorizam factos para passar nos testes e nos exames.

A organização da sala de aula é também um tema muito discutido a nível europeu e uma preocupação ao nível das políticas de educação e de formação dos Estados-membros. As primeiras experiências escolares formais dos alunos são decisivas. Temos muitos alunos que receiam a matemática e alguns mudam mesmo as suas opções de ensino para evitar esta disciplina. Quando propomos estratégias e métodos didáticos diferentes, estamos a ajudar a melhorar as atitudes, a aumentar os níveis de desempenho e a abrir novas possibilidades de aprendizagem. Estamos a apostar em contextos matemáticos e não matemáticos ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem.

A competência matemática e as competências básicas em ciências e tecnologia fazem parte das oito competências-chave, definidas pela CE, como essenciais à realização pessoal, inclusão social e empregabilidade (EC, 2006). Um desempenho ainda insuficiente nos testes de PISA (OCDE) e o reconhecimento da importância das competências básicas, motivaram a adoção da meta da estratégia Europa 2020, no âmbito da educação e formação: até 2020, a percentagem de alunos de 15 anos com baixo desempenho em leitura, matemática e ciências deverá ser inferior a 15% (Valente et al., 2016, p. 40).

Gostaríamos ainda de trazer para discussão que a evolução tecnológica exige a requalificação digital, nomeadamente para funções altamente digitais apoiadas na ciência, tendo mudado de forma profunda a organização dos currículos escolares, do trabalho e das sociedades dos países desenvolvidos. O estilo de vida das pessoas alterou-se significativamente, tendo-se tornado mais exigente e competitivo, e a escola tem que se adaptar à nova sociedade digital.

Torna-se necessário enfrentar o problema nacional do insucesso no ensino das ciências. Na Alemanha, por exemplo, que está acima de nós nos *rankings* internacionais do PISA, mas bastante abaixo do que os alemães desejam, o tema foi alvo de grandes debates, que suscitaram mudanças no sistema educativo. O mesmo se passou nos Estados Unidos, onde os sinos tocaram a rebate. Em Portugal quase não se viram debates desse tipo e os que se viram não tiveram grandes consequências. Por muitas críticas que se possam fazer a avaliações internacionais, estas

permitem uma visão comparativa dos sistemas de educação dos vários países e, portanto, das respetivas políticas educativas (Fiolhais, 2011, p. 60 e 61).

Contudo, importa destacar que os números mostram que os contextos mudaram muito e para melhor, as equipas educativas e pedagógicas foram reforçadas com professores que desempenham um papel diligente e importante. A diversidade das equipas multidisciplinares, tanto fora como dentro da sala de aula, acompanha as necessidades específicas de cada aluno, mais precisamente através dos Projetos de Autonomia e Flexibilidade Curricular, o PASEO, as Câmaras Municipais, as Juntas de Freguesia e os parceiros, sendo que é de um modo compreensivo que se vai conseguindo envolver e interessar um maior número de famílias pelos projetos educativos das escolas.

2.3. Importância das STEM em Portugal

Mais do que um quadro organizado sobre a introdução formal de mais ensino das ciências e tecnologia, e da pouca ciência que se produziu em Portugal no Século XX, o que se propõe é a reflexão de como as escolas optaram pela experiência das inovações pedagógicas para o ensino das ciências e as foram integrando no seu quotidiano como uma perspectiva importante para a cultura científica e no próprio património educativo em Portugal.

Ao longo dos anos, cresceram muitas orientações pedagógicas defensoras da facilidade e do resultante discurso infantilizado para a obtenção do sucesso escolar imediato, baseando-se em teorias pedagógicas de facilitismo, da ausência de reflexão e da criatividade, bem como na obtenção de sucesso imediato e sem esforço, em tudo contrário à experiência da vida e ao estado da arte.

Assim, entendemos que é a partir da definição das aprendizagens a construir, tarefas a propor e estratégias de ensino a mobilizar que o aluno poderá desenvolver o raciocínio subjacente ao pensamento de cada área disciplinar. Com este propósito, parece-nos que a planificação deverá ser um documento que agilize a organização do trabalho pedagógico (Cosme, 2018b, p. 60).

Neste estudo procuramos o estado da arte e o conhecimento do que se deve ensinar como significativo aos alunos para os ajudar a seguir e a crescer na sociedade do futuro, que tipo de competências precisarão para arranjar trabalho, compreender o que se passa à sua volta. Assim pensamos poder contribuir para a diminuição da estatística da exclusão, que vem associada à ignorância que atualmente domina na escola, imagem esclarecedora da perda na qualidade do ensino. Nestas condições, são os mais empobrecidos socialmente que se tornam as maiores vítimas do sistema, o que não pode deixar de nos embaçar pelo facto de sermos nós próprios a contribuir para a acentuar as diferenças sociais entre os que determinam e os que executam, os que podem aceder à cultura e os que a ela não têm direito, quando a escola constitui o meio privilegiado de a ela aderir.

O Século XX português foi, a nível educativo, nas suas primeiras três quartas partes, o prosseguimento do Século XIX, mantendo-se a reduzida escolarização da população, designadamente no ensino superior, e, portanto, a impossibilidade de uma aposta substancial na ciência. Pormenor revelador desse divórcio entre Portugal e os países mais avançados foi o facto de, em 1925, o físico suíço Albert Einstein ter passado em trânsito por Lisboa, num navio em rota para a América do Sul, sem ter chamado a atenção de ninguém, apesar de na altura já ter recebido o Prémio Nobel e de ser mundialmente famoso devido à confirmação observacional realizada em 1919, em território português, na ilha do Príncipe, de uma precisão no quadro da teoria da relatividade geral. Muitos foram os protagonistas da ciência em Portugal no Século XX que tiveram de arrostar com dificuldades várias, não só de ordem económica, mas também e sobretudo de ordem política (Fiolhais, 2011, p. 25).

Neste sentido, é necessário recusar-se a ideia de que são as ciências, as tecnologias, os interesses e as necessidades dos alunos que os afastam das ciências em particular e da escola em geral. É de acordo com este pressuposto que se explica que a escola se distancia das suas responsabilidades e competência no “aprender fazendo”, que contribui para o sentido de carreiras profissionais, explica a capacidade de adaptação e de flexibilidade dos alunos, num sinal evidente de fraqueza do seu papel para desenvolver competências para a correta interpretação e sentido das ciências e da tecnologia para todos. Assume-se que a escola é um espaço de socialização cultural incontornável no mundo e nas sociedades em que vivemos e que, por isso, os professores deverão contribuir ativamente para que os alunos desenvolvam o sentido crítico em relação ao conhecimento em todas as áreas para que tais propósitos se materializem. Isto significa que os currículos didáticos devem reforçar a sua capacidade de estudo e conhecimento, de forma a gerar aprendizagens significativas para os alunos e melhorar os processos de formação que tanto os incentiva e direciona nos desafios da vida. Não conhecendo as respostas a estas questões, mas sabendo que hoje é mais difícil do que nunca fazer previsões, porque as tecnologias já permitem programar órgãos, inteligências, pensamentos e sistemas, deixamos de ter certeza sobre seja o que for, pois não fazemos a menor ideia da estrutura que devemos definir. No entanto, com base nas leituras realizadas as STEM constituem-se como as áreas que podem apresentar os domínios mais importantes para a aprendizagem das *Coding Skills*, na comunicação, na Tecnologia, na Cidadania, na Matemática e na Ciência. O importante é que a estrutura do conhecimento deste estudo seja estabelecida no quadro de referência elaborado no PASEO, que se constitui enquanto transformação das práticas e que lança desafios em diversos domínios.

Concluindo, cada geração precisa de uma resposta nova, porque o que sabemos e o que não sabemos está sempre a transformar-se. A vida mostra-se, em cada geração, de forma exclusiva e temos de dar sentido aos Currículos de STEM numa escola desenvolvida com entusiasmo, sempre aberta à comunidade e submersa num sem-número de atividades-extracurriculares que a ajudam a desempenhar

o seu papel, que procura a gestão flexível das estratégias e dos recursos sem dar demasiada importância à materialização, porque ela importa pouco no mundo digital. Este é, portanto, um motivo de reflexão urgente e ponderado por parte dos professores, com o objetivo de construir estratégias de trabalho com qualidade e rigor no currículo escolar e de compreender como é possível trabalhar estas áreas com mais determinação. Em 2006, Portugal apresentou a iniciativa designada por **Compromisso com a Ciência para o Futuro de Portugal**, no Governo conduzido pelo Engenheiro José Sócrates, com grande aposta no conhecimento científico, técnico e tecnológico a nível nacional e internacional. Em simultâneo a esta iniciativa, e entre outras, destacam-se a inauguração da rede dos centros de Ciência Viva de norte a sul de Portugal, o Programa MIT-Portugal, e a Fundação Ciência e Tecnologia (FCT), que gerou grande evolução em números absolutos dos centros e entidades científico-tecnológicas de competência mundial. O ensino das ciências, das tecnologias de informação e comunicação e das STEM passaram por diversas alterações nos últimos anos. No entanto, é importante destacar a que se encontra em curso desde 2017, relacionada com a integração das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no currículo escolar de todos os anos de escolaridade do ensino básico, com base no Projeto de Autonomia e Flexibilidade Curricular do Ensino Básico e Secundário, com resultados interessantes no ensino das STEM e muito próximos dos padrões internacionais. A partir desta data, são visíveis os esforços, por parte de todos os governos, no sentido de internacionalizar essas áreas em todos os níveis de ensino.

A metodologia do ensino da ciência assenta em práticas que se foram consolidando ao longo do século XIX. Atualmente, é consensual que a educação científica de uma criança deve iniciar-se durante a tenra idade em que a sua curiosidade começa a despertar, devendo, portanto, acompanhar a alfabetização. Tão natural como a língua, a escrita ou as operações aritméticas, a ciência deve-se às crianças em associação com os objetos e vivências do seu quotidiano (Bernardo, 2013, p. 122).

A formação futura dos alunos deve passar por um modelo educativo que compreenda o mundo cada vez mais acelerado, o que designamos por mudanças do século XXI. A tecnologia está associada à chamada sociedade da informação e do conhecimento, ao ensino das ciências numa escola de qualidade se soubermos o que queremos fazer com a tecnologia que temos nas escolas. A história da ciência confirma que os trabalhos com algum interesse futuro serão, essencialmente, os que resultarão dos currículos fortes no desenvolvimento em STEM porque trazem associados inúmeros e incontáveis estímulos, todos os dias, aos alunos. O que falha, com efeito, no ensino das ciências e da tecnologia na escola atual, é que se encontra amplamente aceite que o que diferencia o desenvolvimento do atraso é a aprendizagem, é o conhecer, o aprender, o saber e o aprender fazendo, dando sentido à própria experiência de vida. Neste novo entendimento do currículo das ciências e da tecnologia, as STEM são a estratégia e os recursos que melhor nos permitirão responder com eficácia às múltiplas solicitações, com o propósito

de defender e respeitar todos os alunos e, ao mesmo tempo, serem direcionadas para uma nova conceção de escola e um novo perfil de professor.

Quando se aceita que a dedicação para cumprir o ensino em ciência e tecnologia tem de ser exigente, trazer o mundo real para a escola e para a sala de aula com todos, acrescenta-se não só a exigência natural das áreas das ciências e das tecnologias, como também a de nos mantermos sempre em estudo e a de manter a satisfação e interesse dos alunos no sucesso do seu trabalho, motivando-os para a ideia de que o estudo destas áreas só terá sentido se beneficiar além disso os outros. Os professores desta nova escola, assente na pedagogia da Autonomia e Flexibilidade Curricular, pretendem concretizar o currículo das STEM para se obter uma sociedade com mais e melhor educação. Mas é também preciso promover um melhor funcionamento em rede do sistema científico e tecnológico, uma melhor comunicação, mais equipas multidisciplinares e uma maior sustentabilidade do sistema de ciência e tecnologia.

Como é habitual em todas as mudanças, surge uma linguagem própria que se espalha por onde aparece. Nesta investigação, baseada na proposta didática das STEM, referem-se vários exemplos, tais como: áreas de competências, linguagens e textos, informação e comunicação, raciocínio e resolução de problemas, pensamento crítico, relacionamento interpessoal, desenvolvimento pessoal e autonomia, bem-estar, saúde e ambiente, sensibilidade estética e artística e saber científico e tecnológico. Esta linguagem acaba por pressupor os descritores dos domínios que organizam as disciplinas, e que dizem respeito aos conhecimentos, capacidades e atitudes que orientam os alunos. A escolha desta linguagem está diretamente relacionada com o estudo dos documentos da Autonomia e Flexibilidade Curricular, do PASEO, das AE, tal como já referimos, mas também com recursos e estratégias da iniciativa governamental – Portugal INCoDe.2030, que é o acrónimo de **Iniciativa Nacional Competências Digitais e.2030** apresentada pela FCT e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (MCTEC) no Encontro com a Ciência e a Tecnologia em Portugal | 2017 no Centro de Congressos de Lisboa, de 3 e 5 de julho de 2017.

INCoDe.2030 é uma ação integrada de política pública que visa o reforço das competências digitais, de forma transversal a toda a sociedade portuguesa. As suas ações e medidas encontram-se distribuídas em cinco eixos: Inclusão; Educação; Qualificação; Especialização e Investigação (INCoDe.2030, 2017, p. 7).

Podemos considerar que a iniciativa nacional de competências digitais INCoDe.2030 apresenta um conjunto de preocupações que já estão amplamente estudadas e confirmadas na literatura científica, para uma escola qualificada para o ensino das ciências e da tecnologia. Desde 2008 que as tecnologias se multiplicam nas salas de aula a um ritmo admirável: há computadores, Tablets, portáteis, videoprojectores e quadros interativos em número muito significativo em todas as escolas do país. A

evolução tecnológica das escolas em Portugal tenta acompanhar a sociedade da informação e do conhecimento. No entanto, são evidentes os conflitos entre a existência de equipamentos e as dificuldades em encontrar o conhecimento especializado de que estes equipamentos necessitam. Os equipamentos tecnológicos, os recursos e as competências para os conseguirmos incluir no ensino das ciências básicas, como a matemática, a física, a química e a biologia, têm tido, até à data, muitas dificuldades para serem incluídos na motivação e no ensino e aprendizagem destas áreas ao nível das escolas básicas e secundárias em Portugal. É conhecido que os professores têm tido algumas dificuldades em lidar com esta evolução tecnológica.

Esta evolução tecnológica em Portugal é uma decisão estratégica que tem a urgência de capacitar a literacia digital a todos os níveis, definida por competências básicas em TIC e no uso de computadores, desde o cidadão comum aos estudantes em todos os graus de ensino. Tal como a iniciativa INCoDe.2030, proposta pela FCT e o MCTES, este estudo também defende que se as STEM devem ser usadas quando os professores estão a ensinar e quando os alunos estão a aprender. Ou seja, estas áreas devem ser trabalhadas durante os processos de ensino e aprendizagem com a participação ativa dos alunos. Além disso, as STEM serão bastante importantes em termos de investimento e recuperação do atraso científico e tecnológico em Portugal, na formação proficiente de professores e dos processos de ensino-aprendizagem dos alunos a partir do pré-escolar e do 1.º CEB.

Como se constata, a necessidade de mais transferência entre a ciência e a educação tem um sentido claro. As STEM, e dadas as suas características, podem constituir, com inúmeras vantagens, uma das áreas a mobilizar para fortalecer a integração da componente experimental no ensino das Ciências em todos os níveis de ensino. No ensino e aprendizagem tradicional, a organização da sala de aula tem os alunos em fila de costas uns para os outros. Logo, esta disposição não resulta, visto que os alunos precisam de comunicar, precisam de se mexer e de descobrir o espaço à sua volta.

Uma sociedade desenvolvida necessita de atrair para a ciência e tecnologia alunos em quantidade e qualidade suficientes. Isso pressupõe o fomento de vocações científicas, o que significa não só vocações para a criação de ciências mas também para a aplicação da ciência na vida prática (Fiolhais, 2011, p. 63).

Analisemos o exemplo da aprendizagem baseada na resolução de problemas que assenta na racionalidade de projetos e, assim, como o próprio nome indica, baseia a construção das aprendizagens a partir da proposta de um problema. Esta metodologia cria oportunidades de se construir e compreender conceitos significativos a partir de interpretações e estratégias que os alunos mobilizam para resolver problemas. A aprendizagem baseada na resolução de problemas é uma estratégia muito estudada na literatura científica e confirmada essencialmente para justificar a importância das STEM nos primeiros anos de ensino, uma vez que permite ampliar a possibilidade de ocorrerem aprendizagens significativas

das áreas envolvidas através da articulação, a qual poderá beneficiar o significado da informação e dos processos que se planeiam e permite evitar atividades demasiadas, otimizando o tempo de trabalho disponível e os recursos. Neste sentido, são bons modelos de trabalho ativo, estabelecendo as bases corretas para os ciclos seguintes.

A ciência é especial. É a melhor maneira que temos de descobrir o mundo e tudo o que nele existe, incluindo nós. Há milhares de anos que o homem se interroga acerca do que vê à sua volta. As respostas encontradas têm mudado muito. Tal como a própria ciência. A ciência é dinâmica e assenta nas ideias e nas descobertas que uma geração passa à seguinte, além de dar grandes saltos em frente quando se fazem descobertas completamente novas. O que não mudou foi a curiosidade, a imaginação e a inteligência dos cientistas. Porventura sabemos mais hoje, mas as pessoas que refletiram profundamente no mundo de há três mil anos eram tão inteligentes como nós (Bynum, 2018, p. 11).

As STEM envolvem-se com um conjunto importante de áreas de conhecimento que compõe as matrizes curriculares dos diferentes anos de escolaridade. Assim, apresentam-se como uma metodologia interessante para operacionalizar os diferentes domínios em que se encontram organizadas as disciplinas das ciências e das tecnologias, promovem a autonomia dos alunos e estimulam o processo de flexibilidade curricular. O ensino tradicional não é suficiente, mas podemos e devemos arranjar maneiras de promover diversas situações de ensino e aprendizagem significativas e praticar competências sociais com criatividade e inovação.

A escolaridade obrigatória é um período de mudanças físicas e psicológicas significativas, dado que os alunos entram na fase da adolescência. No 1.º ciclo, os alunos querem tornar-se independentes, visto que, enquanto adolescentes, estão a desenvolver a sua autonomia social. Geralmente os adolescentes gostam de partilhar ideias e os seus ideais com os outros, sobretudo formas de mudar a sociedade. Os alunos adolescentes não são tão académicos, numa fase em que os currículos escolares tradicionais, geralmente, se tornam mais académicos. Os jovens adultos gostam e desejam ambientes de aprendizagem adaptados à nossa sociedade digital. As escolas têm de se preparar para que possam aprender e encontrar uma instrução mais digital e um Portugal com mais conhecimento, mais emprego e evolução digital para que frequentar a universidade e/ou entrar no mercado de trabalho seja uma boa experiência.

Num mundo desses, a última coisa de que um professor precisa é dar aos seus alunos mais informação. Eles já têm informação a mais. Em vez disso, as pessoas precisam é de capacidade de discernir a informação, de perceber a diferença entre o que é importante e o que é irrelevante, e, acima de tudo, de combinar os vários pedaços da informação para obter um retrato completo do mundo (Harari, 2018, p. 301).

Num tempo em que conceitos como mudança, inovação, ciência e tecnologia entram na educação, a preferência é, sem dúvida, no ideal dos sistemas educativos, o aumento do conhecimento nas áreas das STEM para todos e o mais cedo possível. Contudo, e como em qualquer ação humana, os sistemas educativos e a ciência dependem da política. Embora se admita que os benefícios económicos e culturais da ciência e da tecnologia sejam muito importantes para todos os países, as atividades científicas com importância económica direta são muitas vezes apoiadas por investimentos públicos e privados. A literatura regista que temos muito que fazer, pois temos ficado muito abaixo do esperado.

(...) Começa a haver demasiados “portugais” dentro de Portugal. Começa a haver demasiadas desigualdades. (...) os sacrifícios têm de basear-se numa forte consciência do social, do interesse coletivo, uma consciência que fomos perdendo na vertigem do económico; pior ainda, que fomos perdendo para interesses e grupos, sem controlo, que concentram a riqueza no mundo e tomam decisões à margem de qualquer princípio ético ou democrático. É uma “realidade inaceitável”.
(...) O tamanho não conta; o que conta, e muito, é o conhecimento e a ciência. (...) (Nóvoa, 2012).

Como condição para assegurar mais igualdade de oportunidades, mais mobilidade social e novos incentivos para inovar e empreender, temos de gerir melhor os recursos e o tempo. As respostas educativas devem apresentar uma importante organização do currículo ao nível da escolaridade básica nas áreas das STEM com metodologias ativas. Tal como se defende na literatura certificada, estas áreas devem ser incluídas na renovação curricular com a necessária atualização científico-pedagógica, como uma forma de produzir uma educação de qualidade e melhor qualidade de vida para todos. De igual modo, deve-se também criar condições de aprendizagem para que os alunos, em experiências individuais e de grupo, toquem nas coisas, cheirem as coisas, ouçam as coisas, provem as coisas e vejam as coisas, pois todos aprendemos melhor deste modo.

Na escola devia ser mais realçado o valor do esforço pessoal, que é condição para se alcançar o êxito não só na aprendizagem das ciências como, aliás, em todas as atividades humanas. Uma cultura do mérito tem de ser instituída, tanto para alunos como professores, sob pena de não nos tornarmos um país competitivo com os países que hoje estão mais desenvolvidos do que nós (Fiolhais, 2011, p. 73).

É de acordo com esta reflexão que a discussão do potencial da oferta de um currículo STEM, e desde os primeiros anos de escolaridade, é hoje uma preocupação central a nível europeu, sobretudo numa situação de elevado desemprego jovem e motivado por uma elevada pesquisa experienciada, com o objetivo de proporcionar soluções para todos os alunos que pretendam desenvolver competências nas áreas das STEM. Na mensagem do comissário Luís Magalhães, da “Ciência 2017”, pode ler-se o seguinte:

A iniciativa Portugal INCoDE2030 visa qualificar a literacia digital a todos os níveis, desde a do cidadão comum, a dos estudantes em todos os graus de ensino, passando pela qualificação de pessoas para as novas oportunidades de emprego que as áreas digitais abrem, até inclusivamente, fazer avançar a fronteira do conhecimento em questões e temas que ainda não são conhecidos. A iniciativa Portugal INCoDe.2030 acompanha de forma inédita, mesmo no plano mundial, todo este conjunto de atividades, com medidas especificadamente destinadas a cada uma delas (INCoDe.2030, 2017, p. 8).

Em conclusão, se conseguirmos despertar a curiosidade, o conhecimento científico adequado e as capacidades dos alunos em cada ciclo da escolaridade, estes ficarão habilitados à experimentação. Neste âmbito, a competência científica fica desenvolvida de um modo efetivo, com a ligação das várias formas de ciência com atividades de artes e/ou letras, porque em todas elas se recomenda a colocação de perguntas e a procura de respostas. Tanto o ensino como a divulgação de ciência podem ganhar com a colaboração e ajuda mútuas. Serão estas as questões que explicam a necessidade de se apostar nas STEM ou STEAM, dado que estas são áreas importantes para estimular talentos e a formação dos alunos nas áreas das ciências e das tecnologias. Assim, se os conseguirmos estimular, estes ficarão entusiasmados pelo desejo de saber tudo e de explorar a razão de ser das coisas. Como se constata, as STEM são componentes que, dadas as suas características, podem constituir-se enquanto vantagens na educação e formação, remetendo para uma solução da exclusão.

Estes são exemplos de vias de promoção da ciência que estão em larga medida por percorrer. Muito há ainda a fazer para conseguirmos para a ciência e a tecnologia a visibilidade social e o impacto a que têm direito (Fiolhais, 2011, p. 98).

Estas áreas permitem concretizar diversas competências das disciplinas, com as AE articuladas com o PASEO, e que será certamente importante para a sua vida pessoal, profissional e social no futuro. As possibilidades de operacionalização das STEM ampliam as possibilidades de ocorrerem aprendizagens significativas nas áreas envolvidas, uma vez que beneficiam de uma articulação em ciências e tecnologia que poderá reforçar a importância dos conhecimentos e dos procedimentos que se disponibilizam através da aprendizagem das disciplinas da matriz curricular referente a cada um dos ciclos de escolaridade. Defendemos que o princípio a seguir diz respeito ao facto de as STEM permitirem, de facto, que os alunos possam envolver-se em experiências autênticas, social e culturalmente significativas e executáveis.

Como a história da ciência bem demonstra, a previsão é praticamente impossível quando ocorrem mudanças abruptas nos paradigmas científicos. Sobre o papel da ciência e da tecnologia no futuro da vida humana, várias opiniões têm sido expressas. Uma delas assenta na convicção de que a ciência trará à humanidade grandes benefícios materiais, éticos e morais. Outra, de sinal contrário, prevê terríveis e descontroladas desgraças que culminarão na destruição da própria

humanidade. Entre estas duas posições extremadas têm surgido versões mais moderadas que, no entanto, não têm o poder de estimular paixões nem exaltar ânimos (Bernardo, 2013, p. 348).

Precisamos de uma revolução na forma como os nossos alunos aprendem. Mais transferência entre ciência e educação, apostar mais nas competências digitais, visto que a tecnologia ganha um papel cada vez mais importante nas empresas e na vida das pessoas. Portugal tem ainda de fazer o esforço na requalificação, porque a aprendizagem ao longo da vida é fundamental. O mercado de trabalho português, sobretudo nos seus segmentos mais qualificados, consegue exercer uma maior atração no recrutamento de jovens muito qualificados em Ciência e Tecnologia, favorecendo assim os seus percursos escolares em STEM, pelo que a forte aposta nestas áreas em todos os ciclos de ensino pode ter efeitos benéficos no sucesso do seu percurso escolar.

2.4. Ambiente de aprendizagem STEM

Ao envolvermos os alunos na resolução dos problemas, num projeto com a dimensão cultural disponível nas STEM, conseguiremos observar que o processo de ensino-aprendizagem é mais produtivo, usa mais e melhores conhecimentos, instrumentos, procedimentos, atitudes e valores partilhados.

As Escolas que trabalham de modo inovador têm práticas essenciais de aprendizagem menos coloquiais. Mantêm todos mais focados e curiosos nas tarefas, e é habitual que tanto os alunos como os professores assegurem que as STEM desenvolvem o potencial de cada aluno através do ensino de competências digitais e formem alunos tranquilos e muito produtivos, sem impor. Alunos curiosos e com vontade de aprender mais.

Tal como temos vindo a defender, este é um processo complexo porque não pode prescindir nem da existência dos alunos, nas suas singularidades cognitivas, culturais e experiências, nem da existência do património cultural já construído, o que é decisivo para que aqueles ampliem a sua capacidade de pensar e agir no mundo e sobre o mundo (Cosme, 2018).

São estas opções, entre outras, que permitem trabalhar, de dificuldade em dificuldade, até se atingir uma fase em que aplicar a linguagem de programação, a matemática, as tecnologias, as ciências e a engenharia, para o nosso público-alvo, se torne praticamente tão natural como escrever um texto e/ou fazer cálculos. Proporcionar experiências táteis aos alunos e tornar acessíveis uma série de materiais que conseguiram explorar. Fornecendo equipamentos e materiais interessantes para a aprendizagem prática da matemática e que se encontram numa sala de aula de STEM, como por exemplo: papel, lápis, tintas, jogos lógicos, poliedros, balanças, conjunto de provetas, conjunto de medidas de líquidos, Tablet, computador, material áudio, blue-Bot, kits, Software, simuladores PhET, linguagem de programação

Scratch, (...). Acontecendo tudo de modo muito ubíquo, isto é, um modelo omnipresente que permita que alunos e professores articulem todas as áreas como um espaço de debate e do saber fazer.

A aprendizagem baseada na resolução de problemas é uma das metodologias que enquadrámos no campo que designamos por Racionalidade de Projeto, e se distingue da Metodologia de Projeto, ainda que, devido a esse vínculo comum, também parta de um problema para desencadear o processo de aprendizagem dos alunos, se valorize a cooperação entre pares para se encontrar uma solução e pressuponha a discussão dos processos e das soluções encontradas (Cosme, 2018b).

Importa referir que o projeto de STEM é muito ambicioso. Porém, se adquirir uma forte dinamização dos professores, dos alunos e da comunidade escolar, em geral, permitirá que em cada escola, e nas turmas, se consiga mostrar evidências à comunidade, de modo conveniente e focado do desejo natural que todos mostram de aprender STEM.

O princípio de que o conhecimento é constituído pelo próprio indivíduo é fundacional de toda a pedagogia construtivista, na medida em que sustenta uma das suas ideias-chave: a aprendizagem depende do envolvimento do sujeito, requerendo, para o efeito, métodos ativos (Sousa et al., 2011, p. 154).

Se este é um pressuposto a ter em conta no âmbito da reflexão que se pretende promover, estes princípios não podem ser trabalhados e aplicados apenas na sala de aula. Também se deve incentivar os alunos a fazerem descobertas por si mesmos, dando-lhes liberdade e limites. Acreditar que os alunos possuem uma motivação interior para aprender num ambiente favorável. O mesmo se aplica quando se quer ensinar e aprender ciências, tecnologia, engenharia e matemática, e sobretudo aprender sobre o mundo à nossa volta.

A possibilidade de se desenvolver, com este estudo, um trabalho de Projeto que tem na sua origem e reflexão pedagógica nas STEM, não pode ser pensado como um projeto que apenas depende da boa vontade e da disponibilidade de professores. A sua contribuição para o conhecimento de recursos e estratégias, logo nos primeiros anos de escolaridade, exige investigação, o desenvolvimento de hábitos de estudo STEM de modo adequado e construtivo para a criação de ambientes educativos organizados e desafiantes para uma cultura profissional de cooperação (Figura 2.1).

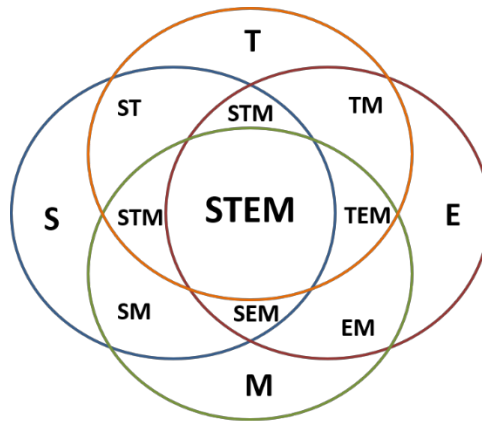


Figura 2.1 – A integração das STEM (Costa, 2019, p. 53).

Mas não basta ter SMCK relacionado com as STEM para implementar as tarefas com eficácia em aula. De acordo com o exposto nas subsecções anteriores, os professores também têm que ter a capacidade de sistematizar e transformar o SMCK de forma a que este seja entendido pelos seus alunos. Este é um conhecimento especializado único para ensinar que resulta essencialmente do Conhecimento de Conteúdo e do Conhecimento Pedagógico (Costa, 2019, p. 53).

A possibilidade de os professores estudarem e aperfeiçoarem modelos para motivar e estimular os alunos com projetos que envolvem metodologias de ensino STEM baseia-se na resolução de problemas, no trabalho de grupo, na programação, no desenvolvimento de jogos, em aplicações e na robótica. Diríamos que decorre com tempo, estratégias refletidas e conhecedoras do processo. Os professores revelam muito interesse pelos conteúdos de aprendizagem, mas as equipas educativas têm de ser compreendidas como uma oportunidade para trabalhar em cooperação na preparação de atividades, materiais, equipamentos e recursos digitais que possibilitem construir não só uma resposta, possivelmente, mais capaz na sala de aula e/ou nas diversas atividades planeadas, como também poderem contribuir para dar outro sentido ao currículo escolar e à escola do futuro. A metodologia de trabalho com STEM é conhecida como a literacia do Século XXI, não porque faz o uso de tecnologias sofisticadas, mas porque é um modo de “aprender a pensar” e os alunos têm mais tempo para realizarem as práticas de aprendizagem, estamos perante um desafio bastante mais complexo do que a aula expositiva, que interessa reconhecer como tal.

Perante os outros e a diversidade do mundo, a mudança e a incerteza, importa criar condições de equilíbrio entre o conhecimento, a compreensão, a criatividade e o sentido crítico. Trata-se de formar pessoas autónomas, responsáveis e cidadãos ativos (Educação, 2017, p. 5).

Em conclusão, as atividades de STEM têm como missão formar alunos com pensamento crítico, criadores e empreendedores com muitos detalhes que resultam bem quando se estimula muito os processos e se diminui as expectativas relativamente ao resultado. Praticar muito, tanto alunos como professores, ser participativo e/ou ativo no projeto STEM, e ter em consideração que esta geração já

nasceu com a tecnologia, os chamados “nativos digitais”. No entanto, a escola ainda utiliza pouco a tecnologia na sala de aula. As STEM permitem desenvolver um processo educativo mais produtivo, esta geração deve usar a tecnologia numa perspectiva educativa. Mas importa referir que, para se utilizar metodologias e tecnologias ativas em sala de aula nos primeiros anos de escolaridade, estas devem ocorrer de modo muito criterioso. Daí que serão estas as dimensões que iremos abordar neste estudo, de que forma a se poder contribuir para a reflexão sobre as estratégias e propostas para operacionalizar ambientes de STEM organizados como comunidades de aprendizagem, com importância para a “Flexibilidade Curricular” e o “Perfil dos alunos à Saída da escolaridade obrigatória” e um conjunto de ideias relativas ao conceito de aprendizagens significativas onde todos os alunos podem crescer e levar para a vida escolar, para a adolescência e para a vida adulta um método notável de trabalho. De um modo geral, as STEM em contexto escolar, são mais do que um fim em si mesmo. Elas são um meio através do qual se criam mais e melhores possibilidades de promoção de aprendizagens significativas, que se encontram associadas a desafios com implicações positivas no seu desempenho.

3. Metodologia

Neste capítulo aborda-se a metodologia de Investigação-Ação (IA) utilizada nesta dissertação. No primeiro subcapítulo, apresenta-se a metodologia escolhida. Seguidamente, apresentam-se as características e finalidades da metodologia IA, os participantes e as tecnologias para todos na transição digital da escola. Por último, descreve-se a recolha de dados na IA.

3.1. Metodologia da investigação

A estratégia que melhor se adequa ao estudo que se pretende desenvolver é uma abordagem qualitativa e interpretativa porque se centra na compreensão de problemas e facilita a análise de comportamentos, atitudes e valores dos intervenientes no Trabalho de Projeto. A metodologia de Investigação-Ação foi a selecionada devido ao facto de prestar apoio à realização de atividades relacionadas com estudos orientados para a melhoria de procedimentos, diferentes planos de ação, estratégias dedicadas, colaborativas e que envolvem todos os participantes do projeto.

Uma metodologia que ganhou contornos mais definidos na década de 40 do século passado, através do artigo de Kurt Lewin “Action Research and Minority”, apanhando, assim, o termo “Investigação – Ação” e dando lugar a uma série de estados evolutivos de uma metodologia que se revelou bastante adequada aos estudos na área das Ciências Sociais, em geral, e das Ciências da educação, em particular (Coutinho, 2015, p. 362).

O estudo que se pretende desenvolver é indutivo e descritivo, uma vez que a professora investigadora desenvolve os conceitos, ideias e entendimentos a partir de modelos observados nos dados. Prevalece, assim, na investigação-ação o duplo propósito de aperfeiçoar e agir na prática das diferentes áreas de ação. Neste estudo, considera-se que a abordagem qualitativa exploratória descrita será uma oportunidade para estudar e aprender mais ciência e tecnologia com os ambientes STEM e, simultaneamente, pensar e desenvolver um projeto disruptivo a partir da base, permitindo assim investigar como se podem trabalhar as competências, os valores, a auto-organização, a regulação e a autonomia que possibilitará, tarefa a tarefa, aprender a aprender para construir um currículo com objetivos educativos bem definidos. Neste sentido, a investigação-ação é uma estrutura ativa que apresenta muito interesse nos processos de investigação e não apenas dos resultados. Nesta metodologia, quando ligada às Ciências da Educação, o professor investigador tem de apresentar grande experiência, precisão e rigor, enquanto executa o plano de ações. Um método de investigação qualitativa deverá sempre desenvolver-se por investigadores experientes, visto que a falta de rigor e precisão pode resultar

da pouca experiência, falta de conhecimentos, falta de exatidão, mas com riscos elevados na determinação, falta de rigor e profundidade dos resultados obtidos.

Um professor ou outro profissional que tem de responder às novas exigências de uma nova situação ou fazer a avaliação de um programa em curso ou ainda proceder a alterações num currículo, a Investigação-Ação será, indubitavelmente, o processo mais valioso para a consecução do seu objetivo (Coutinho, 2015, p. 371).

O que se pretende, afinal, é um plano de investigação-ação flexível (Figura 3.1) que colabore na procura dos contextos, dos resultados e das ações observadas ao longo do estudo. Neste tipo de metodologia, os planos produzem dados descritivos a partir dos mais variados documentos, fotografias, entrevistas, observações e, como tal, a exposição tem de ser cuidadosa e rigorosa no levantamento do problema, na projeção, na intervenção, na execução, nos cálculos e no efeito da intervenção do plano.

Fazer Investigação-Ação implica planear, atuar, observar e refletir mais cuidadosamente do que aquilo que se faz no dia a dia, no sentido de induzir melhoras nas práticas e um melhor conhecimento dos *práticos* acerca das suas para podermos iniciar melhorias nas práticas e melhorar o conhecimento acerca das práticas (Zuber-Skerritt, 1996, cit. in (Coutinho, 2015, p. 368).



Figura 3.1 – Ciclo de investigação-ação.

O professor-investigador não é um ativo externo que realiza investigação com alunos, é um co investigador com e para os interessados nas questões práticas e na melhoria do processo de ensino e aprendizagem. A escolha desta metodologia aconteceu como suporte do tema de investigação, e não como suporte na aptidão e prática de uma metodologia em especial. Para Bravo (1992), a investigação-ação constitui-se como um verdadeiro ciclo espiral em que a teoria e prática se misturam e interligam plenamente na exploração de novos caminhos para o estudo das ciências e da tecnologia, com ousadia

e em função dos alunos, dos temas a desenvolver e da familiaridade com estes e com o domínio de estratégias, tendo em conta o ensino qualificado nestas áreas.

Vamo-nos apercebendo que a Investigação-Ação atualmente se utiliza em diferentes perspetivas, dependendo sempre da problemática a estudar. No referencial do ensino-aprendizagem poderemos arriscar dizer que a Investigação-Ação é também uma forma de ensino e não somente uma metodologia para o estudar. O essencial na Investigação-Ação é a exploração reflexiva que o Professor faz da sua prática, contribuindo dessa forma não só para a resolução de problemas como também (e principalmente!) para a planificação e introdução de alterações dessa e nessa mesma prática. Neste campo, teve um papel fundamental John Elliot com os seus projetos de investigação em torno do professor-investigador (reflective practitioner), projetos esses que tornaram clara a forte componente diagnóstica do professor-investigador (Coutinho, 2015, p. 364).

Concluindo, esta metodologia, e quando aplicada às Ciências da Educação, desenvolve-se através de instrumentos de conhecimento e controlo na prática do professor-investigador, em cooperação e partilha com equipas educativas, enquanto se estimula e estima o trabalho e as aprendizagens dos alunos com conhecimentos científicos, competências e atitudes que devem ser trabalhadas formalmente em tempo de escola e ficar pela vida fora.

3.2. Características e finalidades da Investigação-Ação

A escolha da metodologia investigação-ação teve em conta os objetivos que se querem alcançar neste estudo e pelo facto de ser ativa, trabalhar com planos organizados em ciclos e procurar factos sobre os resultados das estratégias definidas, procurar compreender os problemas, planear as intervenções e avaliar a eficácia das medidas adotadas. Consideramos que esta metodologia, pelas suas particularidades, permitirá alcançar indicadores, estratégias e recursos para estimular e confirmar o trabalho de exploração dos conceitos e dos propósitos principais e secundários das STEM. É fácil constatar que os desafios de descoberta a partir de recursos escolhidos pelos professores de forma criteriosa, e em função dos quais é possível trabalhar as AE e o PASEO, se distinguir e oferecer, aos alunos e professores, a possibilidade de fazer mudanças de atitude e de método de trabalho de forma refletida e consequente. O projeto de STEM permite mobilizar áreas do conhecimento novas na carga horária determinada para o 4.º ano de escolaridade, configurando e demonstrando como esta abordagem pode ser conceitualmente mais extensa do que algumas vezes se indica nos diversos métodos e possibilidades de desenvolver conteúdos de Ciência e Tecnologias do Currículo escolar em todos os níveis de ensino.

Em suma, neste estudo partilhamos algumas experiências, reflexões e desafios de autonomia através de pequenas tarefas do dia a dia, apoiando todos os alunos a estruturar, a organizar e a realizar trabalhos em conjunto e com a colaboração de três escolas de um Agrupamento de Escolas do concelho de Cascais. A investigação-ação, como já mencionámos, é uma metodologia ativa que funciona como uma espiral do ciclo de Investigação-Ação que procura factos, e naturalmente cria e/ou estimula momentos, experiências e atividades dedicadas, que assentavam basicamente em quatro fases mais ou menos bem definidas: Diagnóstico do problema; Construção do plano de ação; Estrutura do plano de ação e reflexão; e interpretação e ligação dos resultados obtidos. Neste estudo, reflete-se a relevância de mais e melhor ciência e tecnologia na escola, com experimentação para aproximar e motivar o maior número possível de alunos para cursos e percursos STEM.

Mas há também, na escola, que atrair os jovens. Como se deve dar o despertar para a ciência nas crianças e nos jovens? A maneira mais eficaz parece ser através de atividades experimentais proporcionadas o mais cedo possível. A ciência é, ao fim e ao cabo, o conhecimento do mundo e, para conhecer o mundo, é preciso agarrar, mexer, experimentar. É isso precisamente que uma criança faz a partir do momento que nasce: agarra, mexe, experimenta, para conhecer o mundo onde entrou há pouco tempo (Fiolhais, 2011, p. 65).

As STEM como juízo de valor surgem com o propósito de corrigir falhas do ensino tradicional das ciências e da tecnologia. Esta geração de professores que defende as STEM tem diversas reformas educativas na sua carreira profissional, sendo que a última remete para a Flexibilidade Curricular e para o PASEO, indo mais longe e definindo orientações inovadoras para o cumprimento dos programas, na avaliação dos resultados, no apoio necessário e especial a todos os alunos, que não podem ficar entregues a si mesmos ao longo dos 12 anos de escolaridade obrigatória.

Os novos desafios da educação em ciência e tecnologia exigem maior troca entre professores, equipas pedagógicas, escolas e famílias para a utilização de recursos educativos digitais de qualidade e certificados para o suporte dos novos currículos escolares. Assim, deve-se pensar nos requisitos dos ambientes de aprendizagem STEM com meios híbridos, a mistura e compartilhamento de espaços, a combinação de materiais analógicos e digitais, ambientes virtuais de aprendizagem, tempos colaborativos, atividades, materiais e técnicas que compõem as estratégias e os recursos que trazem inúmeras possibilidades e combinações, em todos os níveis de ensino, para a evolução tecnológica e a literacia da sociedade digital.

O problema português da educação científica reside em grande parte na formação dos professores dos primeiros níveis de ensino. Com efeito, acontece que a maior parte dos nossos professores do pré-escolar ou da escola básica, nos seus três ciclos, não despertaram eles próprios para a ciência suficientemente cedo. Não tratam a ciência por “tu”, pelo que não podem fazer com que

os alunos a serem desse modo... O nosso déficit no ensino das ciências só pode ser enfrentado se houver boa formação de professores do ensino básico. Um investimento desse tipo deve ser feito nesse nível de ensino e no pré-escolar, o que pode ser realizado com materiais simples e baratos (Fiolhais, 2011, p. 66 e 67).

Importa referir que para realizar o presente trabalho de projeto foram investigadas diversas opções tecnológicas e muitas ferramentas digitais, bem como observado o comportamento dos alunos, o entendimento dos professores e o desenvolvimento de competências relacionadas com as STEM a partir de grandes mudanças no modo de trabalhar e de desenvolver atividades de ciência e tecnologia. A integração destas dimensões no ato de ensinar e aprender tinha sempre em consideração recursos e estratégias para facilitar e melhorar a ação em aula e, em simultâneo, possibilitar e apoiar tudo o que o que se queria observar e registar em contextos reais de cooperação.

É também crucial reconhecer que atualmente existem muitas alterações nos currículos e nos planos escolares no ensino. Assim sendo, o foco foi compreender e valorizar o investimento na construção de aprendizagens significativas que, para o serem, determinam que os alunos realizem desafios, experiências e tarefas autênticas, social e culturalmente apreciáveis e possíveis. As propostas de organização das STEM da professora investigadora resumem muitos conceitos que os professores vulgarmente realizam e criam na sala de aula, mas que as STEM apresentam como um processo de trabalho interativo e dinâmico para garantir que as aprendizagens de todos os alunos se realizam, uma vez que se adaptam, envolvem e arriscam decisões curriculares por colaboração direta das mais variadas formas, o que permite a todos os alunos gerar competências para trabalhar com ânimo e atitudes. Como exemplo, regista-se como estudar algumas questões que se conseguem observar em sala de aula:

Tempo. A que horas acontecem determinados comportamentos dos alunos? Os alunos habitualmente estão entusiasmados ou cansados? (...)

Modificações. Aceitam sugestões de trabalho? Estão a ocorrer algumas mudanças significativas na vida escolar das turmas que se envolvem em determinado Projeto, como por exemplo: a alteração dos interesses escolares, a assiduidade plena?

Estratégias | desafios. O que estão os alunos a fazer habitualmente na sala de aula, como trabalham as tarefas, são curiosos quando este comportamento é propositadamente estimulado?

A integração de processos de aprendizagem e de ensino aprender fazendo e aprender a ensinar consiste numa indicação difícil de medir. O desafio de mudar a escola também é muito exigente, mas as estratégias executadas em rede de trabalho colaborativo, em partilha e que possibilitem melhorar estratégias, recursos e experiências de aprendizagem e, em simultâneo, que envolvem todos em

situações com interesse e adequadas à aprendizagem ativa e cooperante, transformam e qualificam as rotinas de trabalho na escola.

No caso do professor/investigador, este tem que ir recolhendo informação sobre a sua própria ação ou intervenção, no sentido de ver com mais distanciamento os efeitos da sua prática letiva, tendo, por isso, que refinar de um modo sistemático e intencional o seu “olhar” sobre os aspetos acessórios ou redundantes da realidade que está a estudar (Coutinho, 2015, p. 370).

Estas questões, e a cooperação entre professores, foram consideradas pela professora investigadora como condições notáveis para a observação do desenvolvimento e das aprendizagens, diferenciado em contexto, mas não querem nem podem indicar a solução certa. Longe disso, o que se deseja é caracterizar um quadro de conhecimentos que permita formular conceitos e resultados que facilitem o trabalho com STEM e coloquem no centro dos processos de aprendizagem a ciência e tecnologia de elevado valor para a digitalização do ensino.

De acordo com o livro de Clara Pereira Coutinho, podemos classificar os instrumentos, as estratégias e os meios audiovisuais de acordo com a seguinte tabela (Tabela 3.1) (Coutinho, 2015, p. 375):

Tabela 3.1 – Instrumentos, estratégias e meios audiovisuais da IA.

Instrumentos (Lápis e papel)	Estratégias (Interativas)	Meios audiovisuais
Testes	Entrevistas	Vídeo
Escalas	Observações	Fotografia
Questionários	Participantes	Gravação áudio
Observações sistemáticas	Análise documental	Diapositivos

Em suma, a metodologia IA destina-se à interpretação da informação e dos procedimentos usados na pesquisa e descreve como os dados são recolhidos. É uma etapa determinante do estudo, já que permite realizar o quadro de referências dos projetos, para além de se traduzir nas respostas às questões colocadas, nos desvios às estratégias e na qualidade e adequação dos recursos utilizados.

3.3. Participantes

Os participantes neste trabalho de projeto, e que aqui se indicam, são professoras e alunos do 1.º CEB num agrupamento de escolas do concelho de Cascais. O projeto de STEM realizou-se no ano letivo de 2019/2020, de 15 de setembro de 2019 a 10 de março de 2021, dado que a partir de 16 de março Portugal

entrou em confinamento. Assim, todas as escolas do país encerraram, não havendo mais ensino presencial até ao final do ano letivo.

Para cumprir o RGPD dos professores, dos alunos, das escolas e do agrupamento, todos os nomes referidos no estudo são omitidos ou imaginados e os rostos estão irreconhecíveis. Começamos por registar a ligação das três escolas envolvidas no trabalho de projeto e, em seguida, são descritos os alunos que participaram no estudo e as atividades práticas de STEM desenvolvidas, em aula, com as professoras titulares e a professora investigadora e noutros contextos.

Em setembro de 2019, deu-se início ao Projeto de STEM no agrupamento, com a participação de duas escolas do agrupamento e três turmas do 1.º CEB: duas turmas do 4.º ano da escola A e uma turma do 4.º ano da escola B. A professora investigadora trabalha no mesmo agrupamento, mas pertence à escola sede do agrupamento. As três professoras titulares são: a professora DP e a professora CC, que trabalham na escola A, a professora BG, que trabalha na escola B. As idades das professoras que participaram no projeto de STEM está compreendida entre os 35 e os 59 anos de idade, há duas professoras do quadro de agrupamento com mais de 40 anos de experiência de ensino e as outras duas são professoras do quadro de zona pedagógica e têm mais de 10 anos de experiência de ensino.

Neste trabalho de projeto foram escolhidas unicamente turmas do 4.º ano 1.º CEB, no total 81 alunos, 45 rapazes e 36 raparigas, com idades compreendidas entre os 8 e os 10 anos. A maioria dos alunos estava na idade correspondente ao 4.º ano do 1.º CEB (9-10 anos).

3.4. Tecnologia para todos na transição digital da escola

Pode-se observar uma articulação das diversas finalidades das tecnologias e uma preferência orientada pelas políticas do governo, devido às particularidades face às condições e dificuldades diagnosticadas nos sistemas de ensino. Sabemos que as atividades de intervenção, produção, serviços, investigação e sociais usam muitas competências tecnológicas e digitais e é em função desta importância que as mesmas devem assumir um papel relevante no processo de ensino e aprendizagem dos alunos em todos os níveis de ensino.

Robert Cailliau (n.1947) inventou a World Wide Web. A princípio, ela era só utilizada no CERN e em um ou dois outros laboratórios de física. Depois, em 1993, tornou-se pública. Isto coincidiu com o aumento em grande escala de computadores pessoais não só no local de trabalho como em casa (Bynum, 2018, p. 283).

Este posicionamento da tecnologia, enquanto competência com fins diversos, determina a importância da compreensão dos modos como esta se concretiza e explica na atualidade. Atualmente, já é a partir da

Internet e do computador que os professores e os alunos organizam e realizam um número muito significativo de atividades e tarefas do trabalho escolar, dado que as tecnologias têm-se multiplicado à nossa volta, progredindo a um ritmo extraordinário por todo lado. O dia a dia dos nossos alunos está profundamente relacionado com o uso de recursos educativos digitais ou aplicativos móveis (APPs). Fazem-no diária e intensamente, porque dizem – “estamos sempre ligados” – e usam-nas em situações lúdicas e de aprendizagem. Como por exemplo para jogar, usar as redes sociais, tirar fotografias, ouvir música, enviar mensagens, multiplataformas de mensagens, ver filmes, fazer ficheiros áudio, pesquisas na Internet, livros digitais, comunicar com familiares e amigos.

No futuro, todos dependeremos menos do cálculo de percursos e mais da interação e da aprendizagem. Bastam para saber que com um pouco mais de informação, se poderia excluir uma resposta ou aumentar a confiança numa das respostas que já se está a apresentar (Sautoy, 2020, p. 280).

Uma avaliação do uso das tecnologias conduz à necessidade de transformações nas dinâmicas escolares. Os nossos alunos usam mais o telemóvel e as aplicações móveis do que o computador; usam mais o telemóvel em casa do que na sala de aula e na escola, e mais ainda ao fim de semana do que na escola em contexto escolar e de aprendizagem. Neste estudo compreendemos que é muito importante para todos que se incluam processos e estímulos precisos e tecnológicos para se desenvolverem competências em ciência e tecnologia associadas à utilização de recursos e aplicações digitais adequadas a cada situação. Procuramos iniciar, com todos os alunos, aprendizagens relacionadas com o desenvolvimento do pensamento computacional e da capacidade de trabalho digital criativo para que se expressassem afetos e conhecimentos, em ambientes de aprendizagem digitais com percursos de aprendizagem sustentada. A construção do uso das tecnologias para estudar, fazer trabalhos para a escola, pesquisar informação e aprender sobre assuntos escolares é pouco comum. Normalmente, os alunos usam as tecnologias para explorar interesses pessoais e de carácter lúdico em circunstâncias familiares e como autodidatas.

Operacionalizar o uso prático das tecnologias, em contexto formal, para os alunos do 1.º CEB onde temos, habitualmente, alunos motivados pelas tecnologias nos seus interesses pessoais e não escolares, trata-se de um processo que serve para apoiar as aprendizagens e também para emitir um juízo de valor sobre o método de aprendizagem. Geralmente, as raparigas fazem mais uso das redes sociais, enquanto os rapazes usam mais os jogos. Porém, a conceção de tecnologias para apoiar as aprendizagens de todos, e em que todos possam trabalhar com a oportunidade de mostrar as reais dificuldades na realização das tarefas, as suas dúvidas, as suas fragilidades na concretização das tarefas, as suas incertezas, com a tecnologia e como estas fragilidades são usadas para superar e para que o professor possa diferenciar as propostas de ensino para todos. Trabalhar com o computador de modo formativo em sala de aula é quase

inexistente no 1.º CEB. O uso de ferramentas digitais para atividades mão na massa | experiências de aprendizagem existe, embora seja menos frequente do que é necessário no nosso entender. Encontramos algumas atividades isolados que utilizavam tecnologias e ferramentas digitais na sala de aula, como recurso e estratégia para o ensino-aprendizagem.

O Google tradutor está a ficar cada vez mais hábil a passar de uma língua humana para outra. (...) Em breve talvez precisemos de uma nova ferramenta que nos ajude a perceber as línguas que emergem das máquinas, ou assim comecei eu a pensar depois de assistir a um espantoso ato de criatividade linguística no Sony Computing Laboratory em Paris, onde Luc Steels criou robôs capazes de fazer evoluir a sua própria língua (Sautoy, 2020, p. 284).

No sentido de permitir uma melhor compreensão do uso das tecnologias, quando questionadas acerca do modo que avaliam as suas próprias competências na utilização das Tecnologias e das Ferramentas Digitais Educativas em contexto educativo, as professoras do 1.º CEB reconhecem que estas são limitadas, apesar da familiaridade que têm com as tecnologias e do seu uso intenso em contextos pessoais e recreativos. Ainda assim, é de destacar que algumas professoras do 1.º CEB disponibilizam aos alunos uma utilização mais diferenciada dos recursos digitais educativos. Mais do que discutir tecnologias e a sua necessária explicitação de princípios e propósitos, importa salientar que referimos várias atividades, como por exemplo: desenho, animações digitais, criação e gestão de blogues e/ou websites escolares, leitura de livros digitais, (...), quase sempre com Tablet, porque têm interesse no digital e aprenderam sozinhas ou frequentaram cursos de formação contínua para professores que lhes permitem fazer uma melhor exploração dos recursos educativos digitais.

Os referenciais sobre o uso das tecnologias em contexto escolar determinam toda a lógica e dinâmica deste estudo. Para as opções em relação ao referencial a adotar nas STEM é fundamental que sejam tomados em equipas educativas e abertamente expostos num agrupamento de escolas, para que consigam ser articulados e nele consolidados todos os processos e práticas STEM. Neste estudo, que assenta essencialmente na importância das STEM, verifica-se que todas as colegas da equipa de professores envolvidos exteriorizavam motivação, interesse e curiosidade para explorar as tecnologias em contexto escolar e muita vontade de aprender novas ferramentas e métodos de trabalho. À professora investigadora coube a tarefa de criar oportunidades e definir em cooperação as estratégias e os recursos para o desenvolvimento e diversidade das competências se pudessem divulgar e proporcionar, permitindo a todos ultrapassar as dificuldades ou desenvolver as etapas seguintes do seu percurso formativo, com sugestões de profundidade em STEM.

3.5. Recolha de dados

Os dados a apresentar e discutir neste estudo, e como já referimos, foram recolhidos numa grande diversidade de situações, estratégias e recursos utilizados, o que possibilitou a recolha de informações acerca do desenvolvimento das competências dos alunos durante as aulas e noutros contextos. As atividades e as tarefas propostas no projeto STEM remetem para os meios essenciais deste estudo para a observações e recolha sistemática de dados, através da recolha de sínteses escritas, análise de documentos, meios audiovisuais, resolução de problemas, experiências, comemoração de datas celebráveis, convívio, conversas e trabalho com convidados, fotografias e registos informáticos. Importante, por isso, era pensar numa variedade de atividades cuja resolução responsabilizasse os alunos e integrasse um conjunto alargado de aprendizagens para desenvolver competências mais complexas, mas que permitisse a todos ficarem mais conhecedores e conscientes do mundo que nos rodeia.

Como qualquer instrumento de prova, a recolha dos dados a apresentar a partir da observação das aprendizagens e das competências desenvolvidas no projeto de STEM torna central a reflexão sobre as escolhas das atividades onde se trabalharam as ciências e a tecnologia em equipa educativa. As situações, os contextos que nos permitiram recolher as evidências para os dados e o desempenho dos alunos são um conjunto muito alargado de testemunhos, atendendo à diversidade de modos de aprender, dos recursos e das estratégias definidas para o projeto. Mas a nossa escolha evidencia as aprendizagens essenciais e os conteúdos curriculares trabalhados no 4.º ano do 1º CEB. A tecnologia e a matemática estiveram experimentalmente presentes em todas as estratégias desenvolvidas. Dos outros conteúdos e atividades das ciências, também trabalhados no projeto, evidencia-se o pensamento computacional, os algoritmos com conceitos matemáticos, o estudo da corrente elétrica, a recolha e utilização sustentável de materiais de reservas e parques naturais, o *WordArt* | Ferramenta da *Web 2.0*, o estudo de Portugal na Europa e no Mundo e a celebração de datas comemorativas, como: o Dia Nacional da Cultura Científica | 24 de novembro e o Dia Internacional da Matemática | 14 de março. As fotografias e os registos informáticos são também evidências, instrumentos e estratégias de grande valor no processo e nos resultados obtidos nas STEM, pois são os principais meios para desenvolver a ciência e a tecnologia, dado que têm sido experimentados um pouco em todo o mundo.

Nesta etapa de recolha de dados, a professora investigadora procurou investigar informação suficiente e referente às atividades e aos resultados adequados à apreciação do projeto STEM. A escolha das atividades foram a partir dos manuais escolares do 4.º ano de Matemática e do Estudo do meio, trata-se de uma relação profissional de crescimento, estabelecida na autonomia e na responsabilidade de valores e princípios. O professor organiza e realiza as estratégias e uma sequência de atividades para

orientar, melhorar e, por fim, para determinar o grau de desenvolvimento das aprendizagens e competências dos alunos relativas às aprendizagens essenciais.

Em suma, espera-se que as descrições dos dados recolhidos no desenvolvimento do projeto STEM, que apresentam uma impressão resolutiva para professores e alunos, possam orientar a atividade de outros docentes, visto que precisam de ser públicas através de estudos de investigação e expostas de forma transparente e simples, devendo sobretudo definir o nível de proficiência em ciência e tecnologia que cria no desempenho dos alunos e que reconhece melhor aprovação das STEM, do caminho percorrido e a percorrer para a mudança do ensino exigente das ciências nas escolas básicas.

4. Apresentação e Discussão de Dados

O quarto capítulo do trabalho é dedicado à apresentação e à partilha das condições e dos contextos em que desenvolvemos esta dissertação. Este capítulo encontra-se dividido em sete subcapítulos, nos quais assinalamos as práticas que desenvolvemos para ensinar e aprender com STEM, o pensamento computacional, algoritmos, o estudo da corrente elétrica, a tecnologia e as comemorações da cultura científica para o ensino das STEM com importância e valor no 1.º CEB. O último tópico deste capítulo é direcionado para o que se escreveu, de modo espontâneo, sobre o Projeto STEM.

4.1. Investigação de práticas inovadoras no ensino das Ciências

Pensar e dar forma com rigor ao ensino das ciências e da tecnologia envolve, necessariamente, uma reflexão sobre os modos como se encaram os processos de ensino e de aprendizagem. Por conseguinte, a preparação do trabalho educativo com as STEM desperta inevitavelmente uma organização do trabalho metodológico inovador, para professores e alunos, estratégias com sentido, desafios, atividades e propostas muito diversificadas em sala de aula e noutros contextos. O projeto STEM tem exigências sociais, culturais e didáticas na escola em que vivemos, desafiam-nos a pensar no trabalho educativo qualificado nas escolas para a digitalização, de outra organização do trabalho didático na sala de aula e de outras estratégias e recursos de medição didática.

Portugal tem ainda uma comunidade educativa com literacia digital relativamente baixa. Neste estudo investigamos a mudança da organização escolar competitiva para a organização colaborativa do trabalho na escola, com a motivação razoável e convencida que a articulação de estratégias com as experiências didáticas valoriza a prática de preparação de ambientes escolares ativos, bem como a ligação dos conhecimentos de ciências com a tecnologia, os instrumentos, os procedimentos e as atitudes. Nos ambientes STEM, tanto os professores como os alunos assumem um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem, sendo que a diversidade didática e o desenvolvimento de competência em torno do conceito das STEM permitem uma transformação interessante para o mundo digital. Assim sendo, definimos inúmeras estratégias e oportunidades de reconfiguração de práticas e recursos adequados, de acordo com Juízos de opinião de professores, alunos e pais.

O ensino e a aprendizagem centrada nas STEM ajustam-se tanto à importância do desenvolvimento de novas competências, como às necessidades da evolução de uma escola, com a transmissão do conhecimento científico de continuidade e incluso. A frequência da escola no 1.º CEB com as STEM é essencial para se obter uma familiarização básica em ciência e tecnologias e as suas aplicações no digital. Assim, na escola treina-se quer a possibilidade de os alunos seguirem um percurso científico ou de base

científica, o que evidentemente só será feito por uma parte significativa de alunos, se principalmente tiverem possibilidade de adquirirem uma perspectiva científica do mundo, o que é esperado para todos os alunos que frequentam a escola de hoje e uma exigência indispensável de cidadania total na sociedade digital.

Assim, importa esclarecer que a reflexão e o desafio para se transformar as práticas do ensino das ciências em práticas de STEM é, talvez, o que mais claramente altera o modo como se oferecem as dinâmicas na sala de aula, e também como se pensam as metodologias necessárias para se obter o conhecimento no seio da comunidade educativa, mas será então necessário que essa comunidade funcione como uma “comunidade educativa” que estimule e que apoie novos processos, através de experiências pessoais e sociais. De acordo com a percepção de que a inovação tecnológica é intensa e acelerada, particularmente nas áreas das STEM, para trabalhar, ensinar e aprender com estas áreas necessitamos de contínua atualização. De outro modo, a vantagem competitiva da ciência, da indústria, da tecnologia, da engenharia, da matemática, da energia, da robótica, da computação, da Inteligência artificial fica seriamente excluída do ensino das ciências nas nossas escolas, e sobretudo o ensino e a aprendizagem da ciência com rigor. Este entendimento é muito claro para todos os que têm o exercício de educar e aprender na escola.

No desenvolvimento das atividades, desafios e das tarefas, o trabalho de STEM promove a cooperação e o respeito entre professores, alunos, mas também estabelecem limites claros para todos. Todos, com a ajuda do grupo, aprendem a desenvolver elevados níveis de envolvimento, o maior proveito dos talentos de cada aluno e maior produtividade pela afinidade das diferentes áreas do conhecimento. Apresentámos o ensino e o saber com aprendizagens e contextos educativos para cada desafio, sempre com base nos elementos de comunicação, de observação e de coerência entre as componentes do currículo que queríamos trabalhar como essenciais para a construção do conhecimento e do desenvolvimento de competências de raciocínio, necessitando os alunos de conhecer e usar termos, signos e convenções próprios da linguagem científica e tecnológica. As determinações da equipa educativa ocorreram com o objetivo de os alunos assegurarem a informação recolhida e com o apoio das professoras concretizavam a comunicação de ideias, bem como a apresentação e a partilha dos desafios desenvolvidos, com gradual independência. O referencial comum de STEM recomenda o procedimento educativo e didático inteiramente integrado no ensino e na aprendizagem, resolvido e interativo, cuja principal função é regular e melhorar as aprendizagens, porque continuamos a organizar aspetos de carácter comportamental, como a participação, a convivência e a motivação. Neste sentido, cada área das STEM foi planeada para contribuir com sentido e apropriação de conjunto. Pensávamos sobre a importância de cada área, sendo que é possível entender que existem relações de interdependência de umas áreas para com as outras, mas direccionávamos sempre os planos para a definição da resolução de problemas,

enquanto áreas de competências apresentadas no PASEO, porque resolver problemas exige o raciocínio. Neste sentido, por exemplo, o raciocínio e a resolução de problemas poderiam ser considerados uma estratégia de trabalho. Por exemplo, as AE da Matemática estão organizadas por temas e conteúdos de aprendizagem e o Estudo do Meio está organizado por domínios. Por isso, importava a reflexão sobre as formas como queríamos estruturar as atividades com os descritores do PASEO. Nos exemplos que apresentamos em seguida, incluímos as AE do 4.º ano de escolaridade e organizámos as atividades por temas, conteúdos de aprendizagem e domínios. Ao longo deste estudo foi necessário pensar e examinar com detalhe as AE para definir as aprendizagens que queríamos que os alunos desenvolvessem nas STEM, diretamente relacionadas com a Matemática, o Estudo do Meio, as Orientações Curriculares para a Iniciação à Programação e as Tecnologias da Informação e Comunicação no 1.º CEB. Assim, no caso apresentado sugerimos a adequação de conceitos, a capacidade de resolver problemas, a forma como se comunica a Matemática, o Estudo do Meio, a Iniciação à Programação e as Tecnologias em trabalho prático. As atividades que apresentamos, e que nos ajudam a expor o trabalho experimental que desenvolvemos neste estudo a partir das componentes do currículo do 1.º CEB, estão resumidas na tabela seguinte (Tabela 4.1).

Tabela 4.1 – Atividades planeadas nas STEM.

Planeamento das Atividades STEM	
Atividades	Material
<p>Fase de planeamento Trabalho de projeto A turma, a equipa educativa e alunos planificavam as atividades que os diferentes grupos passariam a realizar</p>	<p>Plano de trabalho</p>
<p>Fase de trabalho de pesquisa Os alunos envolvem-se no trabalho de pesquisa, apoiados por um plano de trabalho discutido na turma.</p>	<p>Esquema de pesquisa</p>
<p>Fase de comunicação Os alunos, com o apoio da equipa educativa, preparam a comunicação à turma ou à escola.</p>	<p>Plano de apresentação à turma ou à escola</p>

Esta parte do trabalho de investigação é dedicada à apresentação das estratégias usadas. Começamos por apresentar a informação das atividades planeadas de acordo com a intenção das professoras na relação com os conteúdos curriculares, o plano de trabalho adotado para trabalhar com os alunos no projeto STEM, a orientação das atividades, a criação de grupos de trabalho, a orientação dos grupos e

da apresentação dos projetos criados pelo grupo e que conduziu, sempre, à apresentação aos colegas da turma ou à comunidade escolar.

4.2. Atividades para ensinar e aprender com STEM

As múltiplas estratégias que o projeto STEM colocou aos professores em situação de ensino e aprendizagem foram aplicadas em duas escolas do Agrupamento de Escolas do concelho de Cascais no ano letivo de 2019/2020. Refletimos e desenvolvemos, em conjunto e de forma importante para todos, os desafios, as exigências e os compromissos do projeto de Flexibilidade Curricular. Os alunos e os professores destas duas escolas em situação de aprendizagem durante as aulas de STEM ensaiavam diferentes resoluções, a adequação, o entendimento, o uso, o trabalho, a organização e outros que eventualmente conseguissem o desenvolvimento das competências do PASEO. Importa compreender que reunimos equipas pedagógicas, professoras em trabalho colaborativo e escolas deste agrupamento para desenvolver uma grande diversidade de situações e de instrumentos para o desenvolvimento de desafios curriculares adequados ao trabalho de equipa, culturalmente significativo e de modo a conquistarmos novos modos de criar espaços e tempos de trabalho, bem como a organização de modelos de aprendizagem originais, novas atividades e estratégias para trabalharmos a Autonomia e Flexibilidade Curricular generalizada, em 6 de junho de 2018, com a publicação do Decreto-lei n.º 55/2018.

O recurso a diversos meios e modos de trabalhar as atividades práticas do projeto STEM permitiu recolher evidências de um conjunto alargado de aprendizagens e de competências, atender à diversidade de modos de aprender dos 81 alunos, de 3 turmas, em sala de aula, como já referimos no capítulo três. Realizámos 19 atividades curriculares e definimos 11 atividades no Plano Anual de Atividades. Nesta sequência, envolvemos conteúdos de STEM e apresentamos as atividades desenvolvidas no âmbito deste estudo, onde mostramos o que nos parece essencial para a recolha de dados, com sugestões que nos possibilitaram orientar o próprio processo de planificação do currículo escolar do 4.º ano do 1.º CEB, com o contributo do PASEO, as aprendizagens essenciais e a promoção do sucesso escolar em ciências e tecnologia. Completamente alinhada com o princípio e opções apresentados anteriormente, o ensino STEM em ambientes digitais deve deixar claras as aprendizagens e as tarefas a realizar pelos alunos, bem como a apreciação sobre a execução das mesmas. As vantagens em ter planificadas atividades com diferentes níveis de complexidade é um bom contributo para repensarmos o processo de ensino e aprendizagem das STEM. Assim, este estudo apresenta um conjunto de atividades que permitem aos professores diversificar e adequar o currículo, as metodologias, e os instrumentos de monitorização das aprendizagens para o ensino das ciências e da tecnologia (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Planificação das estratégias de STEM da IA articuladas com as AE e o PASEO na recolha dos dados.

Disciplina	AE do PASEO		IA Estratégica	PASEO
Matemática	Geometria e Medida	A, B, D, I	Medidor de Ângulos	Conhecedor sabedor culto e informado
Programação		A, B, C e I	Pensamento computacional	Criar e Inovar
		A, B, C e I A, B, D, E e H	Algoritmos com conceitos Matemáticos	Criar e Inovar Comunicador
Estudo do Meio	Tecnologia	B, C, D, E e F	Recursos Digitais	Responsável autónomo
	Tecnologia	A, F, G, I e J	Estudo da Corrente Elétrica	Questionador
	Sociedade Natureza e Tecnologia	C, D, F, H e I	Portugal na Europa e no Mundo	Indagador Investigador
		C, D, E, F, G, I e J	Dia Nacional da Cultura Científica 24 de novembro	Responsável autónomo
		B, E, F e G	Dia Internacional da Matemática 14 de março	Cuidador de si e do outro

Apresentamos as AE que articulámos com o PASEO, com o propósito de os alunos adquirirem conhecimentos e atitudes que consideramos indispensáveis, relevantes e significativas das STEM. O plano que aqui se indica foi usado no projeto STEM, do 4.º ano do 1.º CEB em 2 escolas do mesmo agrupamento e usou uma aula semanal de setembro de 2019 a 10 de março de 2020, num total de 22 tempos letivos com 45 min. A metodologia usada foi a metodologia de investigação-ação, como se explicou no capítulo 3 deste trabalho, e o plano de ação tem os temas, os processos e os métodos de

ciência e tecnologia que desenhamos para as práticas de trabalho colaborativo, autônomo e interdisciplinar das STEM.

- **Os descritores usados na investigação-ação para o ensino das STEM em articulação com o PASEO são os seguintes:**

- Conhecedor | sabedor | culto e informado (A, B, D, I).
- Criar e Inovar (A, B, C e I).
- Comunicador (A, B, D, E e H).
- Sistematizador | Organizador (A, B, C, I e J).
- Crítico | Analítico (A, B, C, D e G).
- Indagador | Investigador (C, D, F, H e I).
- Responsável | autônomo (C, D, E, F, G, I e J).
- Cuidador de si e do outro (B, E, F e G).

- **Na metodologia IA empregamos as 10 áreas de competência do PASEO, a saber:**

- A. Linguagem e textos.
- B. Informação e comunicação.
- C. Raciocínio e resolução de problemas.
- D. Pensamento crítico e pensamento criativo.
- E. Relacionamento interpessoal.
- F. Desenvolvimento pessoal e autonomia.
- G. Bem-estar, saúde e ambiente.
- H. Sensibilidade estética e artística.
- I. Saber científico, técnico e tecnológico.
- J. Consciência e domínio do corpo.

Para a organização das práticas de aprendizagem definimos as atividades da tabela 4.2 porque se mostraram esclarecedoras para a reflexão sobre as práticas de aprendizagem com conceitos como mudança e inovação, sendo que esta investigação, como já explicamos, está organizada com base nas competências, descritores, conceitos e objetivos de aprendizagem em ligação direta com as AE, o PASEO, os conhecimentos, as capacidades e as atitudes enumeradas no currículo e com importância para ensinar e aprender as STEM, com a expectativa de que cada aluno comece e prossiga no desenvolvimento do seu percurso de sucesso em ciência e tecnologia em todos os ciclos escolares.

As atividades que aqui se apresentam permitem dar forma ao plano de investigação-ação definido para o projeto das STEM. A planificação das atividades e tarefas do trabalho de projeto obedecem à mesma lógica das planificações das disciplinas que vamos mostrar. Assim, como temos vindo a defender, pensamos que o “Aprender Fazendo” antecipa a construção das aprendizagens orientadas por

metodologias mais ativas e flexíveis, envolve uma outra organização e gestão do trabalho didático, onde a preparação das atividades continua a ser muito importante. As STEM proporcionaram a todos os alunos experiências autênticas, social e culturalmente significativas e realizáveis, quer do ponto de vista da gestão do tempo, quer dos recursos utilizados e, ainda do envolvimento dos alunos em todo o processo.

4.3. Pensamento computacional e algoritmos

Apresentamos, assim, a atividade que começa com os alunos a planear e construir um medidor da amplitude de ângulos a partir de uma folha de papel (Figura 4.1). É pedido aos alunos que cortem um círculo em papel, dobrem o círculo ao meio e depois novamente ao meio. Dobravam e marcavam as dobras que formavam os 4 ângulos retos (90°). A partir daí, dobravam o círculo pelas mesmas marcas e seguidamente dobravam ao meio, mais uma vez. Os alunos, no final, observavam assim 8 ângulos, cada um com 45° (metade de 90°); do lado oposto, marcavam os vincos e os respetivos ângulos. O medidor ficou assim concluído.



Figura 4.1 – Modelo do medidor de ângulos.

Fonte: Manual de Matemática 4.º Ano | A Grande Aventura | Texto.

Usámos o Medidor de Ângulos da Figura 4.1 para medir a amplitude de ângulos, tendo apenas como referência o ângulo de 90° e de 45° . Este medidor é um auxiliar importante nas estimativas do valor dos ângulos, como mostramos na Figura 4.2.

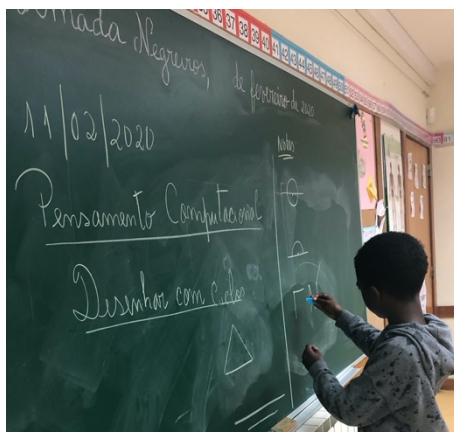


Figura 4.2 – Aluno estuda a sequência de instruções e os ângulos que lhe permitirão escrever algoritmos | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Também para o estudo dos ângulos, apresenta-se uma série de estratégias que realizámos para identificar e medir ângulos com o medidor de ângulos e o transferidor. Os alunos mediam e identificavam a amplitude dos ângulos. Ao longo da atividade, reconheciam e relacionavam diversos tipos de ângulos, porque em experiências individuais e de grupo tinham oportunidade de explorar, analisar e realizar tarefas de natureza diversificada, como por exemplo a utilização de desenhos, imagens, objetos e fotografias (Figura 4.3).



Figura 4.3 – Alunos medem ângulos com transferidor | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Os resultados planejados e esperados no ensino da Matemática foram sempre aprendizagens matemáticas interessantes e acessíveis para todos os alunos. Recorremos a aprendizagens da matemática com compreensão, bem como a situações em contextos matemáticos e não matemáticos, como se ilustra nas Figuras 4.4 e 4.5 e em diversas áreas de competências, por forma a resolverem tarefas que requeriam a resolução de problemas, o raciocínio e a comunicação das áreas STEM.



Figura 4.4 – Identificação de ângulos | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Em simultâneo, inicia-se o pensamento computacional em suporte de papel com códigos e instruções para criar algoritmos e programas que envolvem conceitos matemáticos relacionados com o cálculo, a geometria, as sequências e as regularidades. Esta atividade recorre a situações e conceitos muito variados, como se pode observar nas figuras 4.4 e 4.5, incluindo a utilização de materiais diversificados e tecnologias. É uma prática que inclui a apresentação do pensamento computacional e do algoritmo para criar programas que envolvem interação com objetos virtuais e tácteis para criar jogos simples. Permitiu ensinar e aprender de forma significativa, dando prioridade ao saber fazer e saber pensar ciência e tecnologia, onde os alunos se sentem mais motivados e os professores trabalham em articulação com STEM, a cooperação, boas práticas e experiências de sucesso para o estudo da Geometria e Medida, e assim apresentamos um conjunto de possibilidades para trabalhar a Matemática no 1.º CEB. O projeto de STEM apresentou uma proposta com muitas áreas de ciência e tecnologia para desenvolver em duas escolas do agrupamento, mas podiam ser tantas quantas as necessárias para a exploração de aprendizagens de forma significativa. A integração Curricular das STEM constituiu uma oportunidade para todos podermos integrar o conhecimento consolidado e significativo. Tendo em conta que o contexto escolar está cheio de situações geométricas bi e tridimensionais, garantimos com o pensamento computacional no currículo e com o uso de um conjunto alargado de ferramentas, analógicas e digitais, no âmbito desta atividade estudámos a sequência de instruções de um algoritmo que facilitam a resolução de problemas reais.

Criámos algoritmos e programas de complexidade baixa, mas que envolveram conceitos matemáticos relacionados com o cálculo e a geometria com e sem o ecrã dos computadores, Tablet ou telemóveis.

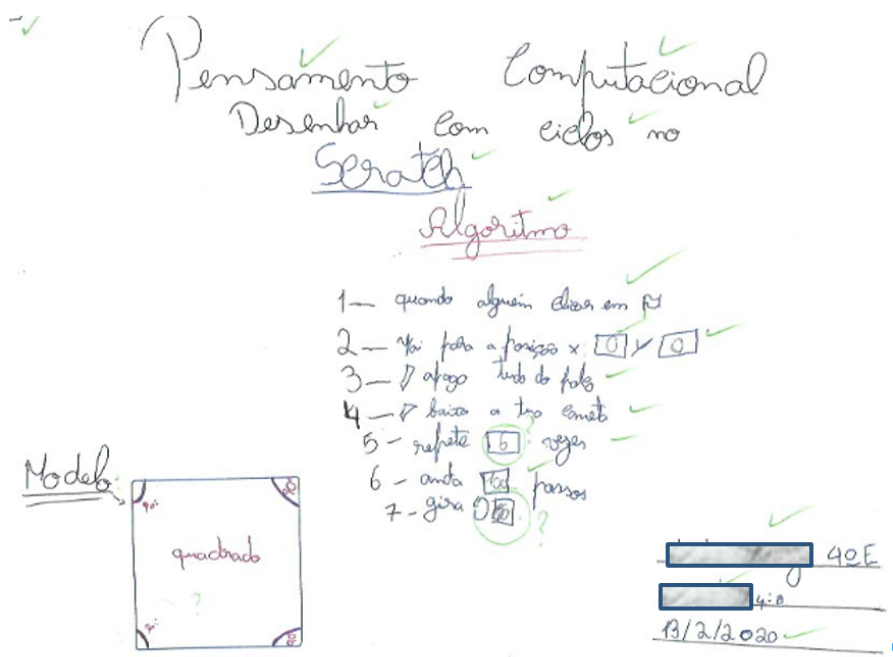


Figura 4.5 – Os alunos planeiam o desenho de polígonos com pensamento computacional num algoritmo para o Scratch | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Quando analisamos esta proposta de trabalho da Figura 4.6, percebemos que ela se inicia com uma questão mobilizadora do conhecimento matemático, combina a colaboração dos professores e é um ambiente de aprendizagem que se organiza e alarga à participação ativa dos alunos, responde e cria contextos diversificados de aprendizagem, utiliza matérias diversificados e tecnologia com qualidade e rigor na sala de aula, bem como o desenvolvimento de competências de autorregulação, visto que os alunos eram orientados em função da participação, iniciativa e autonomia e no caso da heteroavaliação, esta acontecia sempre ao nível dos acontecimentos, da organização, da participação, do apoio e do esclarecimento de dúvidas.



Figura 4.6 – Aluna escolhe um Polydron para construir o modelo geométrico do algoritmo | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Quando analisamos os instrumentos utilizados, determinamos que os poliedros têm critérios bem definidos porque empenham o próprio aluno na verificação das suas aprendizagens no desenvolvimento da atividade. A caixa escolar de geometria | Polydron contém: triângulos retângulos, triângulos equiláteros, quadrados, pentágonos e hexágonos, como podemos verificar na Figura 4.7. Os alunos determinavam as tarefas que necessitavam para a resolução do problema, o raciocínio e a comunicação matemática.

Era mais uma ferramenta que os professores usavam em articulação com as restantes estratégias. Os alunos criavam um pensamento computacional com um sistema que combina as construções geométricas, as peças planas e as arestas das figuras, permitindo apresentar a figura para podermos visualizar a respetiva planificação. Os alunos identificavam os ângulos em polígonos: triângulos, quadrados, retângulos, pentágonos e hexágonos, e exploravam, analisavam situações e contextos variados.

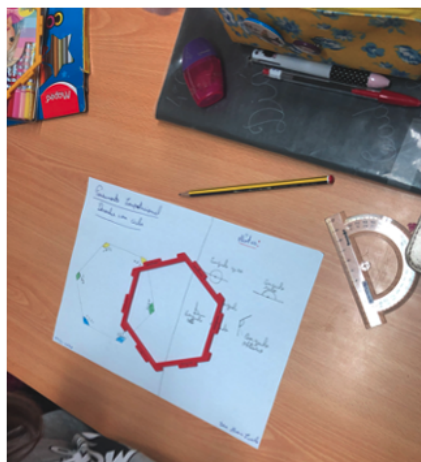


Figura 4.7 – Criar algoritmos com a ajuda de Polydron e transferidor | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Os desafios no pensamento computacional aconteciam como trabalho de grupo, em que os alunos adotavam papéis ativos e cooperativos, os quais foram definidos a partir de um problema que queríamos poder resolver automaticamente, através de um programa de complexidade baixa, recorrendo a uma linguagem de programação (Figura 4.8) que nos possibilitasse construir um polígono.

A aprendizagem baseada na resolução de problemas assenta na construção e compreensão de conceitos a partir de um problema, com as representações e estratégias que os alunos mobilizam para resolver o problema. O objetivo era estimular a construção de diferentes soluções para o desenho de polígonos. Por isso, examinámos ideias e desenvolvemos o pensamento computacional na produção de objetos digitais criativos, recorremos a estratégias e ferramentas digitais do software Scratch. Os alunos

apresentavam o problema aos diferentes grupos, que comprometia o entendimento, a utilização de técnicas elementares com enquadramento, o desenho, a identificação de ângulos, polígonos, as propriedades das figuras planas e de sólidos geométricos, justificando com os critérios de utilização para a modelação 2D.

Na definição do problema de origem, pensamento computacional, gerávamos os programas, instruções em código com operações aritméticas e lógicas que o computador executa no Scratch para resolver automaticamente problemas “bem definidos”.

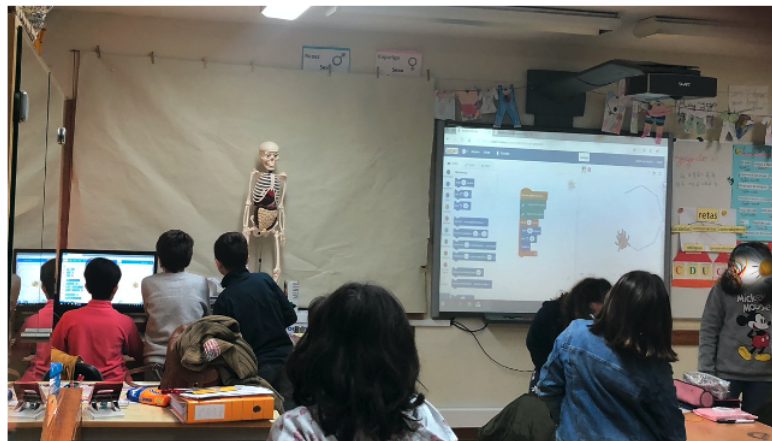


Figura 4.8 – Programar online e offline no Scratch | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Na definição do problema e no trabalho de grupo integrámos conteúdos vindos de diferentes tipos de atividades. Os alunos tinham tempo determinado para esta etapa em sala de aula, e estudavam e estabeleciam pontes com contextos anteriores. No decorrer da resolução do problema, existiam momentos de verificação em que as anotações das professoras eram analisadas e os grupos eram estimulados a modificar situações, fazer sugestões, resolver comentários. Estes momentos eram de grande relevância e as incorreções uma oportunidade para melhorar as aprendizagens com resultados relevantes e múltiplas competências analógicas e digitais.

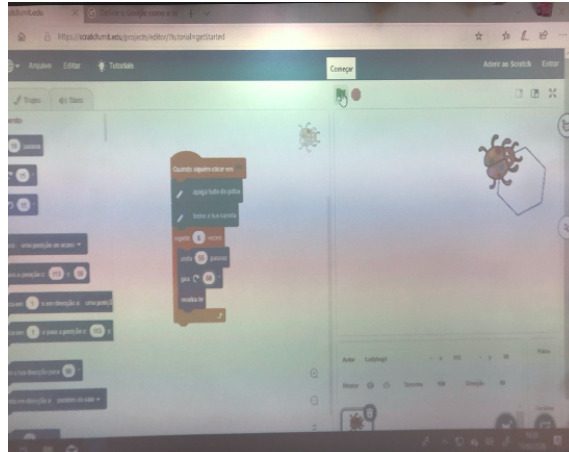


Figura 4.9 – Programar o hexágono com movimentos no Scratch | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Na realização das tarefas acabámos com as tarefas instrucionais e promovemos ambientes de aprendizagem e atitudes de trabalho colaborativo para que os alunos apresentassem raciocínios e dificuldades que nos permitiam estimular, apoiar e orientar os trabalhos dos grupos, materializar novas aprendizagens e esclarecer dúvidas.

A orientação da aprendizagem baseada na resolução de problemas com algoritmos escritos pelos alunos na plataforma Scratch amplia a curiosidade crítica e os seus conhecimentos. A construção do algoritmo no Scratch permite a exploração e a compreensão de conceitos pelo aluno e a avaliação do mesmo mediado pelo diálogo entre professoras e alunos com questões de orientadoras para a sua resolução, porque a plataforma Scratch é um recurso digital muito adequado à monitorização de tarefas e um admirável recurso de apoio à construção de algoritmos (Figura 4.9 e 4.10). Da mesma maneira que facilita a execução de tarefas com criatividade, distinguir as características, funcionalidades e aplicabilidade dos diferentes atores definidos no algoritmo.



Figura 4.10 – A aluna programa no Scratch passo a passo o modelo para chegar ao algoritmo | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Se é verdade que nem todos os alunos aprendem da mesma maneira e ao mesmo ritmo de realização, também é verdade que a forma como podemos resolver os algoritmos é muito diversificada. A vantagem de ter algoritmos descritos para diferentes graus de dificuldade e distintas sequências de realização, permite que todos os alunos se ajustem a um dos diversos níveis de desempenho. O ensino em ambientes digitais, para ser eficaz, tem de estar perfeitamente organizado, compreendido e variado para incluir todos os alunos, as aprendizagens definidas para cada etapa têm de ser bem definidas e as tarefas a realizar pelos alunos em trabalho autónomo têm de ser acompanhadas de modo adequado à progressão ou à superação das dificuldades de cada aluno. A Figura 4.11 mostra a aluna a definir o plano de trabalho e as tarefas para a construção do algoritmo, primeiro no computador e depois em suporte de papel. Temos assim diferentes níveis de complexidade, modos distintos de construir a sequência de instruções e diferentes modos de realizar e controlar o programa. Nesta fase inicial, o aluno, para além de interpretar o enunciado, deve ter vontade de o resolver, indicar passo a passo o que quer que o programa faça a partir do algoritmo. Neste caso, como o propósito é que os alunos construam o algoritmo que permita desenhar um polígono com alguns conceitos que ainda não dominam totalmente, trabalham na plataforma Scratch porque permite que os alunos resolvam o algoritmo, em grupo ou individualmente, de forma autónoma e progredindo na solução da própria compreensão.

Por outro lado, na execução dos algoritmos também tínhamos de encontrar formas de incorporar, em cada grupo ou no aluno individualmente, a capacidade de desenvolver e avaliar o algoritmo passo a passo para atingir, de forma autónoma, o resultado pretendido. Nesta situação em particular, indicávamos e relembávamos os conceitos de geometria, a identificação dos ângulos em polígonos e a construção de figuras geométricas, designadamente através da plataforma digital Scratch. Nesta etapa, o algoritmo constrói-se com a determinação, a ação dos alunos e o processo de autorregulação. Logo, é nesta fase que a autonomia assumia um papel importante no processo de construção do algoritmo. Este tipo de ambientes reforça a necessidade e a importância da monitorização das aprendizagens por parte do professor e do aluno. Na fase de monitorização e avaliação dos algoritmos é necessário que os alunos estejam concentrados, sejam tranquilos e executem todos os passos de modo correto, confirmando um a um, utilizando conhecimentos previamente conseguidos, bom raciocínio e manter o foco no propósito do algoritmo em questão.

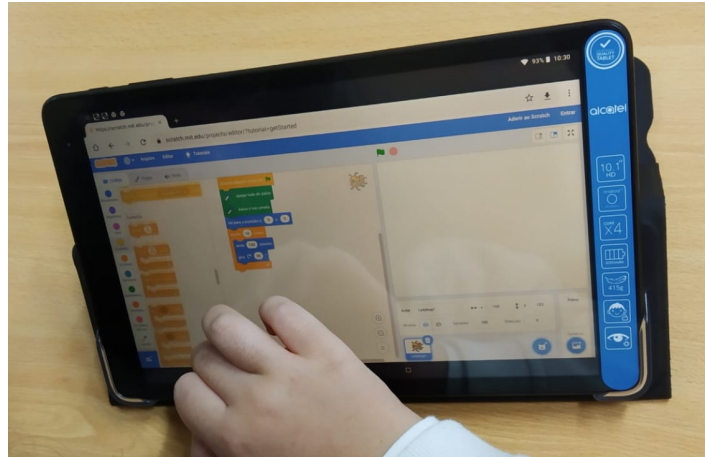


Figura 4.11 – Construir um algoritmo na plataforma Scratch | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Deste modo, e percebendo que na fase de execução do algoritmo a aprendizagem podia assumir planos de execução distintos de acordo com as necessidades manifestadas pelos alunos, isto é, a forma como geriam o tempo, o modo como compreendiam e conseguiam resolver e desenvolver as atividades ou consolidam as tarefas para realizar os algoritmos na sala de aula. Quando os alunos principiaram a execução dos algoritmos, várias situações surgiram: alguns alunos podiam começar por desenhar o polígono numa folha com a ajuda de um Polydron e calcular a amplitude dos ângulos, verificando no final o algoritmo no Scratch. Outros, criavam o algoritmo diretamente na plataforma Scratch e por tentativa e erro, investigavam a construção do polígono na plataforma digital. Assim, resolviam de imediato o algoritmo e posteriormente descreviam-no na folha. Entretanto, outros podiam desenhar o polígono a partir dos ângulos e só depois raciocinavam sobre o algoritmo que lhes possibilitaria chegar à solução, mas todos os grupos eram convidados a partilhar, através do desenho, do algoritmo, no quadro interativo, no Tablet, no computador o seu algoritmo. Assim, cada grupo expunha a sua resolução aos colegas e ocorriam muitas discussões sobre o que ia aparecendo no Scratch. As professoras tinham nesta fase oportunidade de ajudar e conduzir os debates através de perguntas ou encontrar novas soluções para os algoritmos.

Na verificação dos resultados do algoritmo, tínhamos nesta fase a verificação da solução e de todo o processo. Como no seguinte exemplo, para desenhar com ciclos, o programa Scratch posiciona o “ator” no centro do palco, vai para as coordenadas X:0 e Y:0, desenha o primeiro lado de 100 passos de comprimento e vira para a direita 120°. O triângulo tem 3 lados iguais. Então, o programa faz um ciclo com a instrução repete 3 vezes: anda 100 passos e gira 120°. Por cada vez que realiza um ciclo “repete”, desenha um lado do triângulo e vira -se em direção ao lado que vai desenha a seguir.



Figura 4.12 – Algoritmo para desenhar um triângulo com voltinhas e ângulos no Scratch | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Nesta etapa, como se observa na Figura 4.13, as professoras apercebiam-se experimentalmente que os alunos encontravam uma solução, convidavam-nos a investigar algoritmos mais elaborados e dedicávamos algum tempo à verificação das alterações e do comportamento dos algoritmos sujeitos a alterações. Assim, com esta estratégia podíamos concluir se os alunos atingiam os objetivos previamente determinados, uma vez que conseguiam ou não demonstrar que os algoritmos realizavam o desenho do polígono pretendido. Criámos condições de aprendizagem para que todos os alunos, em experiências individuais e de grupo, desenvolvessem atitudes positivas com a matemática. O ensino da Matemática promoveu e beneficiou de conhecimentos e experiências práticas em Matemática e da sua capacidade e aplicação em diferentes contextos. Assim, com a Matemática e o Scratch, podemos: desenhar e descrever a posição de polígonos: triângulos, quadrados, retângulos, pentágonos e hexágonos, identificar, estudar e distinguir diversos tipos de ângulos: reto, agudo, obtuso, raso e giro.

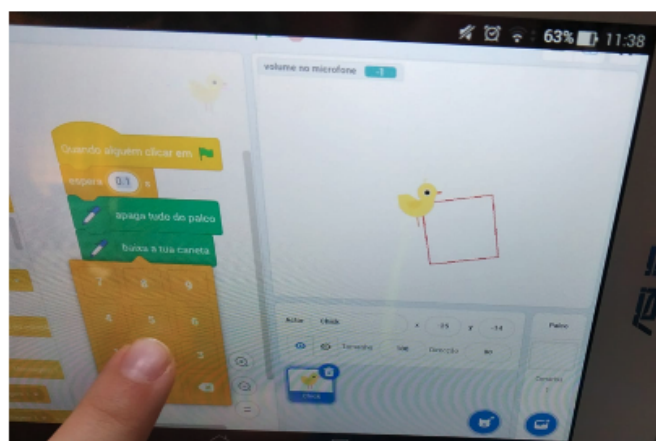


Figura 4.13 – A aluna constrói o algoritmo do quadrado com Scratch | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Na Figura 4.14 criávamos uma reflexão, verificação e avaliação dos resultados, com a criação de algoritmos de complexidade baixa para a resolução de desafios e problemas específicos e distinguir características, funcionalidades e aplicabilidade de diferentes objetos tangíveis, como diferentes palcos, atores, ciclos, movimentos, ângulos e outros para o estudo da geometria. Os alunos com o Scratch desenvolveram a capacidade de resolver problemas em situações que solicitam e dinamizam aprendizagens em diversos domínios, e de analisar as estratégias e os resultados obtidos, de comunicar matemática, oralmente, por escrito, e de usar linguagem matemática própria dos diversos conteúdos estudados na expressão e discussão das suas ideias, procedimentos e raciocínios no estudo da geometria. Com o Scratch, os algoritmos podem ser utilizados para a consolidação de conhecimentos, para o aperfeiçoamento da capacidade de resolver problemas e ainda para confirmar se é possível utilizar o algoritmo e o Scratch para resolver problemas semelhantes. De acordo com Seymour Paper, um dos cientistas da computação do Massachusetts Institute of Technology, mais conhecido por MIT, onde foi criada a plataforma Scratch com uma linguagem de programação visual que nasceu em 2002, o Scratch foi concebido para tornar mais fácil, intuitiva e divertida a aprendizagem da programação por crianças dos 8 aos 16 anos de idade. Assim, no final do estudo dos algoritmos com a plataforma Scratch, para a consolidação de conteúdos e, acima de tudo, para despertar conhecimento por descoberta, as professoras propunham a invenção de algoritmos envolvendo a construção de polígonos, ciclos, ângulos diversos no plano, fazendo com que os alunos utilizassem o aprender-fazendo.

Seguem-se alguns exemplos de algoritmos propostos pelos alunos:

Algoritmo 1: O algoritmo da Figura 4.14 é executado na plataforma Scratch, utiliza um “ator”, uma caneta modificada e a partir do centro do palco constrói um triângulo com três ângulos obtusos e iguais.

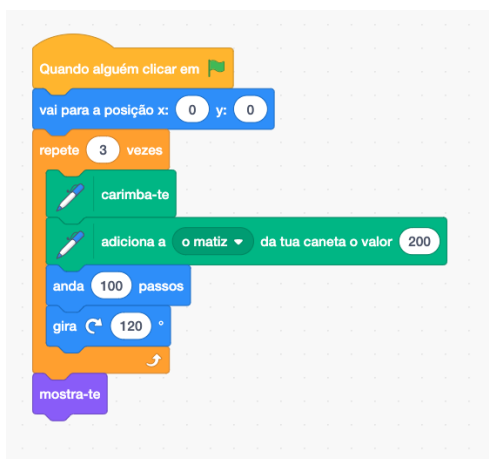


Figura 4.14 – Algoritmo que permite ao “autor” do Scratch desenhar com ciclos, ângulos e polígonos | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Algoritmo 2: O algoritmo é executado na plataforma Scratch, com um “ator”, uma caneta modificada, múltiplas cores, múltiplos ângulos e a partir do centro do palco constrói ciclos geométricos, sequências e regularidades.

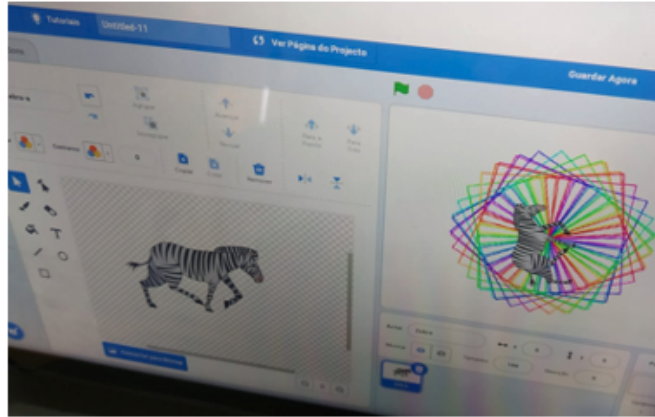


Figura 4.15 – Blocos de movimento complexos para desenhar com ciclos no Scratch | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Em síntese, as experiências da aprendizagem Matemática com o Scratch são uma grande oportunidade de trabalho porque permitem identificar objetivos de trabalho, materiais, definição de critérios e de instrumentos de trabalho mais ou menos variados e com valor para promover aprendizagens significativas e o desenvolvimento pessoal e coletivo dos alunos.

O Scratch é uma plataforma digital educativa, interativa, relativamente experimental, gratuita, e de partilha com professores e alunos de todo o mundo. Foi neste cenário digital que trabalhamos a criação de soluções para a resolução de problemas com conteúdos muito abrangentes e várias aprendizagens essenciais articuladas com o PASEO. A linguagem de programação do Scratch permite fazer projetos, simples e complexos, estimula a invenção de jogos, explorações, investigação, exercícios, histórias e a resolução de problemas de modo intuitivo e divertido.



Figura 4.16 – Apresentação de um programa realizado pelos alunos no Scratch | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Criámos uma relação positiva com a Matemática de modo sistemático e intencional, através dos algoritmos no Scratch (Figura 4.16), que envolveu conceitos matemáticos porque descreve, constrói e representa figuras planas, identificando a sua posição no plano ou no espaço e as suas propriedades, estabelecendo relações geométricas utilizando o pensamento computacional e a linguagem de programação por blocos. Acreditamos que trabalhar competências na área de saber científico, técnico e tecnológico com alunos do 1.º CEB com práticas de trabalho autónomo, programação e o pensamento computacional colaborativos e de carácter interdisciplinar só pode melhorar o desempenho escolar ao nível do conhecimento, capacidades e atitudes.

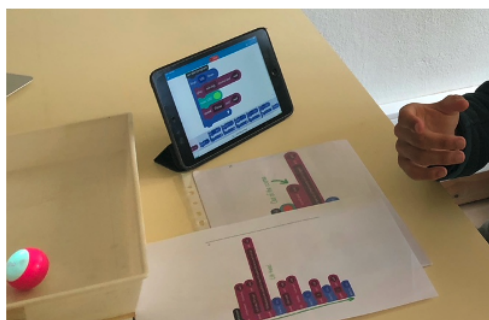


Figura 4.17 – Os alunos criavam programa de blocos com conteúdos matemáticos e robôs | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Tendo em conta o que temos vindo a defender, podemos afirmar que as possibilidades de os alunos poderem-se envolver em STEM depende, em primeiro lugar, da existência de estratégias e recursos que generalizem o que se espera que eles aprendam e façam, como é o caso da Figura 4.17, em que usamos

as plataformas e os robôs associados a plataformas digitais que permitiam que eles próprios pudessem verificar o sucesso das estratégias adotadas e dos recursos que utilizavam nas STEM. Em segundo lugar, é necessário que os alunos tenham acesso, conheçam e, até, pensem sobre ciência e tecnologia em prática dos conceitos envolvidos, das atividades e dos desafios, permitindo, assim, que os alunos possam verificar o caminho que fizeram, o caminho que lhes falta fazer e as dificuldades encontradas. Isto é, o pensamento intencional e propositado sobre o comportamento e o trabalho realizado. A melhor instrução que usámos com os nossos alunos foi a de não se ligarem demasiado a um único modelo educativo, às professoras, e muito menos à tecnologia. Na atualidade, a tecnologia é inseparável da ciência. Se percebermos o que queremos fazer com ela, a tecnologia é fundamental para nos ajudar a alcançar os nossos objetivos, para além de podermos investir em currículos e carreiras certificadas na sociedade tão exigente em que vivemos.

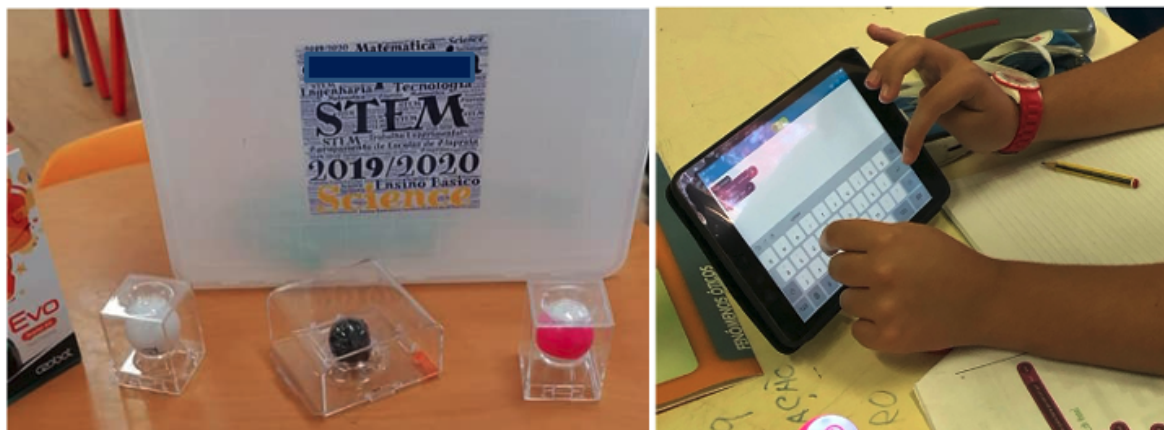


Figura 4.18 – Robôs utilizados no projeto STEM: Blue-Bot, Sphero mini e Ozobot | Escola A e B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

A utilização de diferentes recursos didáticos (Figura 4.19) é importante para empenhar e reconquistar alunos com as STEM, tal como para obter mais e melhor ciência na escola. A aprendizagem e o ensino em plataformas digitais ligadas a robôs permitem responder com qualidade aos novos desafios da escola. A aprendizagem baseada na evidência permite aos alunos reduzir a margem de dúvidas a respeito dos conceitos e muda a forma como os alunos se envolvem com ideias e conteúdos imateriais na sala de aula. Nas atividades experimentais os alunos ficam entusiasmados com a ligação de vários recursos, com novas ideias e desafios que as plataformas de aprendizagem, os recursos educativos digitais e a organização de materiais diversos na partilha de informação e na criação de ambientes de colaboração, de pensamento crítico onde a criatividade de cada aluno é posta à prova. A inclusão dos robôs no projeto de STEM permitiu-nos trabalhar os conceitos relacionados com o pensamento computacional e o algoritmo, materializáveis no processo de ensino-aprendizagem porque permitem que os alunos aprendam com compreensão sobre os conteúdos, identificação das características, funcionalidades,

utilização de materiais físicos, concretos, palpáveis e aplicáveis em diferentes robôs e opções tecnológicas. Atualmente, são inúmeras as ferramentas digitais que o professor pode utilizar para valorizar e diversificar a prática pedagógica das STEM.

No processo de aprendizagem STEM, que recorre a importantes ambientes digitais, é necessário apoio tecnológico aos alunos na utilização dos recursos selecionados, bem como a organização dos conceitos, o acompanhamento e o desenvolvimento das aprendizagens para que as atividades experimentais tornem possível um acompanhamento apropriado ao desenvolvimento e à superação das dificuldades dos alunos. Com propósito global e oportuno, os professores e os alunos no Projeto STEM usavam espaços de trabalho independentes, usavam os seus dispositivos móveis para receber, enviar, anotar e interagir com conteúdos digitais para criarem os projetos próprios e/ou de grupo.



Figura 4.19 – Explicamos e partilhamos ideias com todos | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Neste sentido, as STEM envolveram as nossas escolas e a comunidade educativa no centro das resoluções, estimularam todos a preparar e a desenvolver planos de ação estratégica orientados para a execução das componentes curriculares em articulação com as AE e o PASEO. Na Figura 4.19, o que se evidencia é como as atividades eram pensadas por todos, direcionadas para problemas concretos, escolhas, reflexões e determinações explícitas sobre comportamentos, trabalhos realizados ou para promover projetos criativos com todos. As estratégias que organizámos para o trabalho de STEM no 1.º CEB permitiram a preparação adequada do espaço, dos recursos teóricos e práticos da recolha dos dados para este estudo e ofereceram às escolas o acesso a ferramentas digitais, software educativo, interativo e gratuito. Propusemos conceitos, experiências de trabalhos inovadoras e rigorosas para lecionar as aulas STEM com todos os alunos. A gestão e a organização do trabalho eram acordadas e interativas. A monitorização e o desenvolvimento das tarefas e dos recursos eram diversificados e o mais apropriados à atividade a desenvolver com apresentações multimédia, que podiam incluir fotografias, vídeos, sons, texto e outros formatos.

Assim, as STEM assumiram um campo de ação fértil para a autorregulação das aprendizagens, estimularam o envolvimento dos alunos em pesquisas, projetos e na própria resolução de problemas, a partir das estratégias e recursos disponibilizados nas diversas atividades.

4.4. Estudo da corrente elétrica

Outro exemplo que vamos apresentar, também relacionado com o Estudo do Meio no 1.º CEB, é o estudo da corrente elétrica. A seguir, mostramos como se organizou a atividade integrada no projeto de STEM. Na escola A, funcionámos com diversos materiais para o estudo dos circuitos elétricos. Apresentamos as etapas, relacionadas com o estudo da corrente elétrica, e definimos como incentivámos os alunos a fazer investigação e pesquisa de conceitos. Na apresentação deste tema, disponibilizámos aos alunos materiais que eles ainda não conheciam, como é o caso da pilha, da lâmpada e do buscapólos eletrónicos, para conceber circuitos elétricos abertos e fechados. Assim, identificámos e mostramos os materiais e passamos aos alunos material a material para que se pudessem ensaiar. Falámos de fontes de energia, dos processos de transformação energética, identificando os objetos e os equipamentos tecnológicos, analógicos e digitais. Para construir circuitos elétricos, relacionamos os materiais essenciais: uma fonte de energia, um recetor de corrente elétrica e os condutores. Numa segunda fase, comparávamos os diversos materiais e questionávamos os alunos sobre os materiais e assinalando se são isoladores ou condutores elétricos, discutíamos as suas aplicações e utilizações. O que nos interessava era que os alunos compreendessem o que estes conteúdos significavam e que os entendessem como incentivos à investigação, pesquisa e tratamento de informações sustentadas por conhecimento, com apoio do professor e autonomia progressiva do aluno.

As AE de Estudo do Meio indicam o desenvolvimento de um conjunto de competências de diferentes áreas do saber, particularmente a Física e a Tecnologia. Nesta perspetiva, organizámos esta atividade com as AE, mas tendo por base as áreas das STEM.

Para a atividade experimental havia uma pequena explicação para construir o circuito elétrico básico: uma fonte de energia, um recetor elétrico, e os condutores elétricos. São exemplos de fontes de energia as pilhas e as baterias. Como exemplos de recetores de energia, enunciávamos os motores elétricos, as lâmpadas, as máquinas elétricas e as campainhas.

Depois de apresentado o material, este era distribuído pelos alunos. Na primeira fase, apenas eram cedidas aos alunos uma pilha e uma lâmpada, para que eles pudessem imaginar o circuito elétrico fechado com pilha e lâmpada.

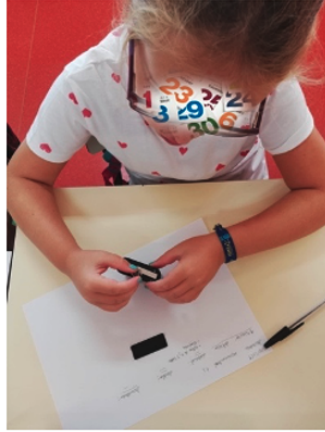


Figura 4.20 – Aluna faz um circuito elétrico com pilha e lâmpada | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Na Figura 4.20, 4.21 e 4.22 apresentam-se os alunos do 4.º ano de escolaridade, a quem propusemos o uso de pilhas e lâmpadas para construírem circuitos elétricos fechados. Os alunos preparavam e manuseavam os materiais, incentivados a investigar como podiam manipular, controlar, utilizar, transformar, imaginar, criar e discutir aplicações e regras de utilização para conseguir fechar o circuito elétrico.



Figura 4.21 – Trabalho experimental | Os alunos fecham o circuito elétrico com pilha e lâmpada | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Os alunos executaram diversas experiências com a pilha, a lâmpada e a corrente elétrica. Registavam os resultados observados quando a corrente elétrica acende a lâmpada e fecha o circuito, porque a carga passa entre os polos da pilha. Relatavam a solução tecnológica aplicada aos materiais utilizados.



Figura 4.22 – Aluna fecha o circuito elétrico com pilha e lâmpada | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Numa segunda fase, depois de os alunos terem conseguido acender a lâmpada, fazíamos o registo do resultado e concluía-se que o circuito estava corretamente construído, porque a lâmpada acendia. Entendemos que esta fase está completamente relacionada com monitorização do trabalho dos alunos. Efetuámos as operações técnicas com aprendizagem por descoberta orientada, por se tratar da metodologia ativa que melhor se ajustava ao estudo da corrente elétrica. Esta metodologia permitia que todos os alunos atingissem os objetivos e chegassem à resolução do problema fundamentada, adequando os meios materiais e técnicos à ideia ou intenção expressa de fechar e abrir o circuito elétrico.

Esta proposta permitiu consolidar hábitos de planeamento nas diversas etapas do trabalho, identificar requisitos técnicos, condicionalismos e recursos para a concretização de planos fundamentados. Privilegiámos sempre atividades práticas como parte integrante e fundamental do procedimento de ensino e aprendizagem.

Entendemos que era adequado pedir aos alunos o registo do modelo com símbolos que representavam os componentes elétricos utilizados no trabalho experimental.

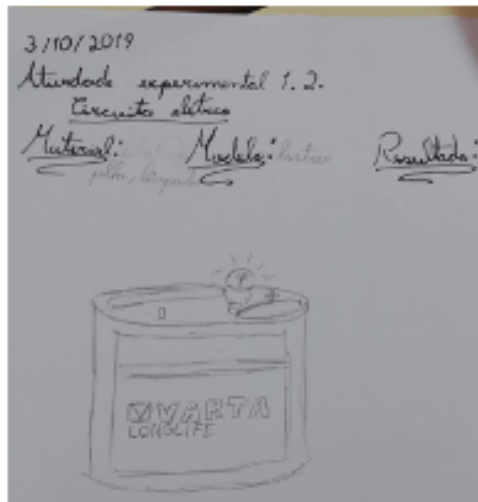


Figura 4.23 – Registo da observação experimental | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Na Figura 4.23 evidencia-se como esta tarefa implica uma planificação cuidada e rigorosa. Neste sentido, íamos colocando questões aos alunos do género: “como podemos desenhar um circuito elétrico fechado?”, “Como podemos representar um circuito elétrico aberto?”, “Como podemos representar o circuito elétrico com lâmpada e pilha por símbolos?” ou “É mais fácil fazer um desenho ou representar a pilha e a lâmpada por símbolos?”. Na apresentação e entrega do modelo final era importante que, para além do desenho do circuito elétrico, realizassem também o esquema.

Na larga maioria das situações, existia interesse e entusiasmo por parte dos alunos, e podíamos explorar mais ações e estratégias de ensino para o estudo dos circuitos elétricos. Os resultados conseguidos na atividade experimental entusiasmaram todos a investirmos mais nesta atividade. Numa fase de mais exploração, selecionamos e tratamos a informação sustentada pela atividade experimental inicial. Com o apoio das professoras e uma autonomia progressiva dos alunos, promovemos estratégias que envolviam ativamente os alunos na utilização de recursos digitais, planificação das tarefas, registo de observações, esquemas complexos observados, revisão dos registos e verificação das dificuldades e formas de as ultrapassar.

Na parte experimental, os alunos compararam diversos materiais, como por exemplo: circuitos elétricos abertos e fechados, averiguavam e indicavam se eram isoladores ou condutores elétricos. Para facilitar o desenho dos esquemas dos circuitos elétricos, os componentes utilizados eram representados por símbolos. Os símbolos eram consultados numa tabela com componentes elétricos e símbolos ou observados no simulador digital.

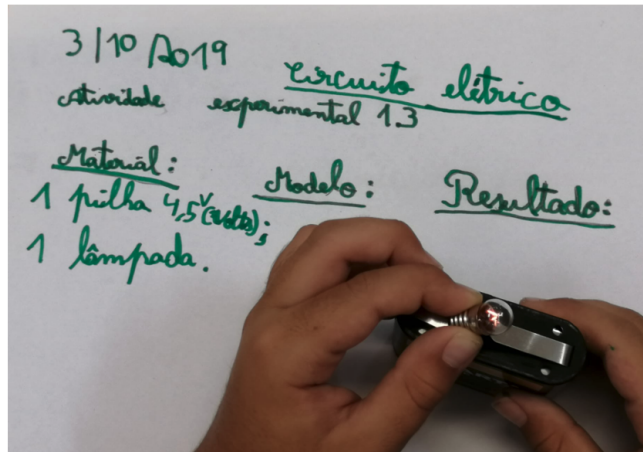


Figura 4.24 – Planejamento e registo do trabalho experimental com pilha e lâmpada para o circuito elétrico fechado | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Paralelamente ao estudo da corrente elétrica, configurava-se uma ótima oportunidade para os alunos compreenderem e reconhecerem a importância de comunicarem adequadamente as suas ideias, através da utilização da linguagem oral, escrita e a ciência das imagens, isto é, modelos para a resolução do problema ao nível de conhecimento adquirido, o conceito físico e o rigor científico. Partimos do circuito elétrico simples, composto por uma pilha e uma lâmpada, arriscámos trabalhar com os alunos no simulador digital para o estudo da corrente elétrica. Para auxiliar na compreensão dos conceitos de física associados ao estudo da corrente elétrica determinámos que devíamos deixar os alunos inserir lâmpadas e pilhas livremente, mas orientados para observarem o brilho das lâmpadas, para fazerem o desenho do circuito elétrico e registarem o modelo no relatório do trabalho experimental.

No simulador digital ou com componentes elétricas para o estudo da corrente elétrica, para conseguir corrente elétrica era necessário que os componentes estivessem corretamente ligados entre si, como se pode observar no esquema. A utilização do simulador PhET só foi concretizada na segunda etapa da atividade, pois era fundamental que os alunos já tivessem concretizado o trabalho experimental com o material elétrico.

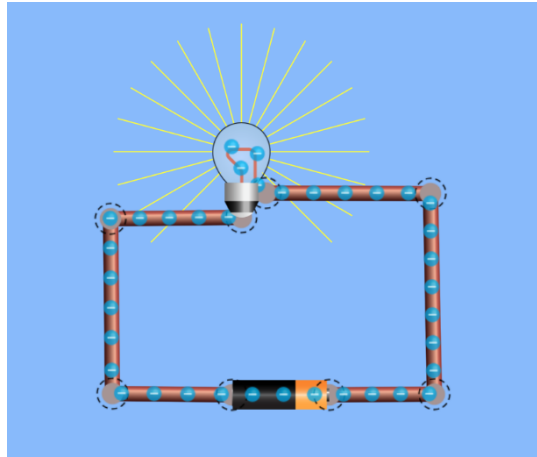


Figura 4.25 – Circuito elétrico fechado com pilha e lâmpada | Simulador PhET | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Nesta atividade da Figura 4.25, do circuito elétrico com pilha e lâmpada no simulador PhET, eram muito importantes as questões levantadas pelas professoras, como por exemplo: “A corrente elétrica passa através dos componentes, como?”, “Podemos substituir os fios condutores por outros materiais?” ou “Podemos experimentar diferentes materiais?”. Usávamos uma atitude permanente de investigação e experimentação. Reconhecemos que esta atividade tem contribuído muito interessante para o conhecimento de múltiplas literacias que permitem questionar criticamente a realidade, avaliar, selecionar informação e tomar decisões fundamentais para a concretização de desafios que permitem consolidar e aprofundar os conhecimentos de corrente elétrica com resultados de descoberta e exploração no 1.º CEB.

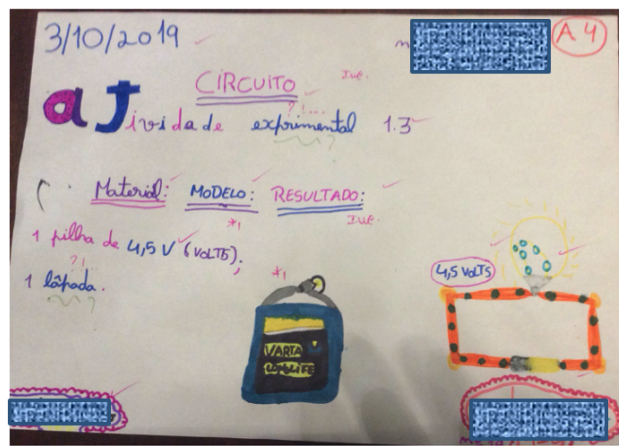


Figura 4.26 – Modelo do circuito elétrico fechado com lâmpada e pilha analógico e digital no Simulador PhET | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

A verificação dos resultados, como se registam na Figura 4.26, permite desenvolver atividades para ensinar e aprender ciência e tecnologia, objetivos importantes deste estudo, para além do estudo da

flexibilidade e da articulação curricular entre ciclos escolares. Por vezes temos alunos que têm muitos conhecimentos para a sua idade e, como tal, levantam muitas questões, o que nos permite construir e explorar mais observações do que as planeadas e definidas para determinada atividade. O simulador para o estudo da corrente elétrica permite fazer registos com modelos híbridos, apresentações esquemáticas do trabalho experimental e a construção dos modelos de compreensão fácil porque se combinam materiais físicos com digitais e ambientes virtuais de aprendizagem para melhor consolidação dos procedimentos para os alunos.

A atividade experimental do estudo da corrente elétrica é bastante acessível, permitindo concretizar o ensino e a aprendizagem da corrente elétrica formal e informal. Assim, no final da atividade, para consolidação de conteúdos e, acima de tudo, para despertar o conhecimento descoberto, utilizamos um busca-pólos para o estudo do circuito elétrico aberto e fechado. Basicamente, é um meio de acesso ao estudo da corrente elétrica informal, mas produz grande impacto nos alunos e permite verificar e identificar os obstáculos e os modos de os vencermos. Os alunos eram sempre questionados sobre os registos realizados e deveriam resolver os comentários das professoras.

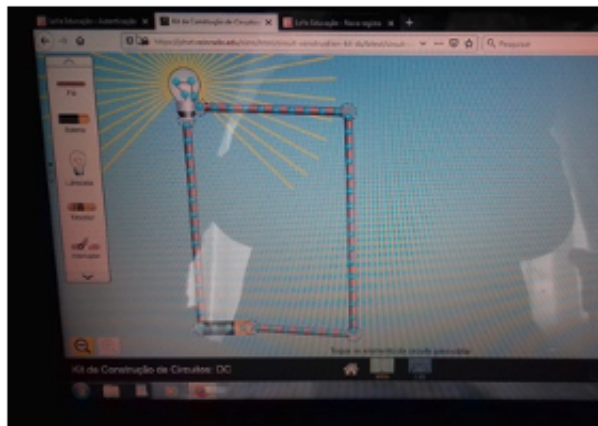


Figura 4.27 – Circuito elétrico construído autonomamente pelo aluno em casa | Escola A.

Fonte: Imagem enviada para o e-mail da Investigadora.

Em suma, pretendíamos que no decorrer desta atividade os alunos criassem e inovassem, como se apresenta na Figura 4.27, por intervenção de um conjunto de competências associadas à criação de conteúdos e recursos, trabalho experimental, aplicações, simuladores e plataformas digitais. Em anos anteriores não era conhecido o trabalho com recursos digitais nem de modo experimental nas escolas do 1.º CEB do nosso agrupamento.

Muitas das tarefas realizadas na aula tinham de ser apresentadas à turma. Os grupos e/ou os alunos desenvolviam planos que combinavam tarefas como: desenhar e pintar, ler e escrever, falar e ouvir, criar e apresentar ideias. Subiam à palete para apresentarem e explicarem ideias e tornavam acessível as

conclusões aos colegas ou a outros públicos reais. Os alunos eram desafiados a apropriarem-se dos conceitos e, no final de cada trabalho, tínhamos de analisar, saber questionar as situações estudadas ou a estudar em projetos futuros. No decorrer das atividades contávamos com a observação e orientação dos desafios pelas professoras e pelos pares, refletíamos sobre como corriam os desafios, o que corria bem e menos bem e no final apoiávamos os alunos a expor o resultado dos desafios e permitíamos que os colegas que acompanhavam a apresentação colocassem questões, ideias ou trabalhos.

Se orientarmos a nossa prática letiva para a resolução de problemas, tal como é indicado na área de competência do PASEO, verificamos que o resolver problemas exige conceitos, raciocínio, trabalho prático e principalmente a forma como a comunicação em ciência é orientada se revela importante para avaliar como o aluno constrói o conhecimento.

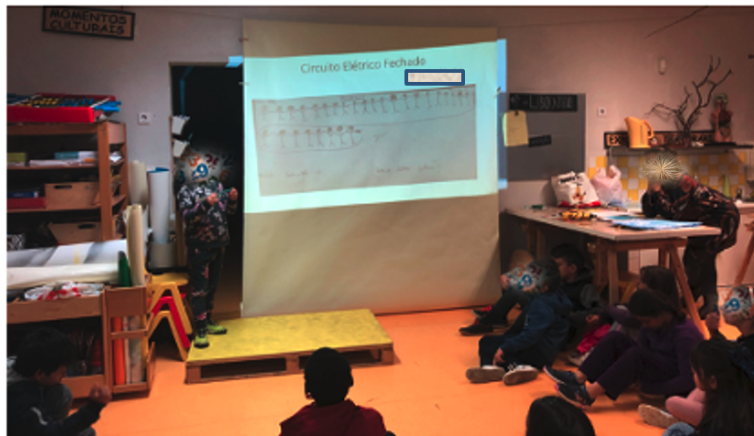


Figura 4.28 – Aluna apresenta circuito elétrico fechado | Busca-pólos eletrónico | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Na Figura 4.28 os alunos apresentavam a corrente elétrica como o movimento orientado de partículas com carga elétrica, a corrente elétrica ocorre quando existem dois pontos com diferença de potencial num busca-pólos eletrónico. Os alunos em STEM pensavam de modo abrangente, com foco, de forma lógica, observando, analisando informação, experiências ou ideias, argumentando com recursos e raciocínios implícitos ou explícitos. Com o busca-pólos eletrónico exemplificavam se o circuito estivesse aberto, não passam cargas elétricas e, portanto, não existia corrente elétrica, só é possível criar corrente elétrica em materiais bons condutores da corrente elétrica.

Integramos e colaborámos com os pares e com a comunidade, partilhámos trabalhos realizados e usámos espaços previamente preparados para as propostas e as estratégias de ação. Utilizámos software de “*Open source*” e ferramentas digitais de apoio à criatividade para gerar ideias, planos e processos, recorrendo a práticas e recursos validados na literatura.

Por outro lado, a equipa educativa de STEM considerava que havia uma relação de correspondência e de causa-efeito. Por isso, ponderávamos sobre as competências que estavam na base do estudo da corrente elétrica e do pensamento, a experimentação, a criação finalizada e o pensamento crítico.



Figura 4.29 – Aluna apresenta o funcionamento de um busca-pólos eletrónico para o estudo do circuito elétrico fechado e aberto | Busca-pólos eletrónico | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Ao situarmos a aprendizagem como objetivo importante das atividades de STEM na sala de aula, estamos a considerar que a tecnologia é uma componente indissociável em todas as estratégias de ensino e aprendizagem. As atividades definidas neste projeto foram sempre executadas a partir de uma ponderação acerca das suas características. A Figura 4.29 evidencia a valorização do ensino das ciências e da tecnologia de modo rigoroso, útil e confiável. Por conseguinte, são as atividades que se constituem como a base de trabalho hábil e um meio importante para as STEM. Contudo, a experiência tem-nos mostrado que as atividades com este tipo de organização levam-nos a dedicar mais tempo à consolidação das aprendizagens e se pensarmos na perspetiva das equipas educativas, em que se destaca a flexibilidade, a mistura e a cooperação de espaços, tempos, atividades, materiais, técnicas e tecnologias, são apresentadas aos alunos como uma oportunidades de desenvolverem ideias e planos de trabalho criativos, numa solução totalmente integrada no trabalho colaborativo em sala de aula.

4.5. Tecnologias para o ensino das STEM

O que as STEM popõem é a realização prévia de trabalho de pesquisa, de menor exigência do conhecimento e uma reflexão em torno da necessidade de renovar a ação didática e que o trabalho mais complexo, do ponto de vista cognitivo, seja realizado na sala de aula, permitindo, assim, que o aluno consiga aumentar o seu entendimento prévio a partir de modelos disponibilizados pelas professoras.



Figura 4.30 – Alunos utilizam recursos digitais de suporte à aprendizagem | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Os desafios da sala de aula com ambientes inovadores em STEM (Figura 4.30) incluíram espaços onde os professores e alunos podiam desenvolver, partilhar ideias e colaborar em situações diversas, e todos alcançavam a compreensão e o efeito que as Tecnologias de Informação e Comunicação transferiam ao trabalho individual e de grupo em práticas de aprendizagem colaborativa ativa. Por exemplo, no ambiente de trabalho STEM as professoras optavam sempre por combinar materiais físicos com digitais e ambientes virtuais de aprendizagem. Independentemente das atividades, utilizávamos sempre recursos digitais de suporte à aprendizagem, pois o importante era pensarmos sobre a importância do trabalho didático a indicar aos alunos. Neste sentido, os recursos digitais afirmavam-se como elementos apropriados à estratégia de ensino-aprendizagem, porque eram definidos para ajudar o aluno a conhecer com compreensão sobre determinado assunto, utilizando materiais físicos, tocáveis, tecnológicos, virtuais, entre outros. O projeto STEM possibilitava sempre a criação de experiências de aprendizagem dinâmicas e colaborativas, em todos os contextos e para todos, e facilitava o trabalho com múltiplos dispositivos.



Figura 4.31 – Alunos e professores trabalham em conjunto | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Importa esclarecer que em todas as salas havia um quadro interativo, com tecnologia disponível para escrita simultânea, funcionalidades multi-toque, acesso rápido às funcionalidades mais usadas, mas que praticamente era utilizado só para projetar recursos. As aulas de STEM aconteciam com uma grande ligação às ciências e à tecnologia, como se mostra na Figura 4.31, e disponibilizavam múltiplos recursos digitais, recorrendo-se ao uso das plataformas e dos equipamentos digitais que reconhecíamos como facilitadores e de interesse para o acompanhamento e apoio das atividades pelos alunos. Assim, os recursos digitais eram selecionados de acordo com as características e as vantagens que disponibilizavam aos procedimentos de trabalho em sala de aula. Aumentámos a participação e a motivação dos nossos alunos e utilizámos diversas ferramentas úteis para a autonomia dos alunos, pois esta assumia uma relevância primordial no método de ensino-aprendizagem. A utilização de recursos digitais para as aprendizagens afirmou-se mais estruturante, visto que responsabilizava os alunos pela gestão do tempo, dos materiais que lhe eram disponibilizados e acima de tudo sobre o seu próprio modo de aprendizagem na aula.



Figura 4.32 – Aprendizagem em ambientes digitais | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Todas as tarefas de STEM são realizadas em sala de aula, por meio dos materiais disponibilizados pelas professoras, conhecimentos, interações, resolução de problemas e atividades práticas e experimentais, fomentando a ampliação do estudo das ciências e da tecnologia. A sala de aula (Figura 4.32) assume-se como um espaço de autoridade e de significado sobre o que se queria aprender sobre ciência e tecnologia e, por isso, dada a reconfiguração que utilizamos nos espaços, nas salas de aula das turmas, os equipamentos e os materiais das escolas e ainda, um conjunto de experiências, projetos e ações implementadas nas escolas, durante o presente ano letivo, dirigidas à sensibilização, à mobilização e à orientação de todos os envolvidos no projeto STEM.

A mudança de aprovação, em relação à expectativa do que é o trabalho das STEM numa sala de aula, foi um dos principais desafios que enfrentamos na implementação do projeto no 1.º CEB. Tratando-se de aprendizagens transversais a todo o currículo do ensino básico, importa destacar que, dada a reconfiguração da planificação do ensino e da aprendizagem das ciências e da tecnologia, revelou-se de especial importância, cabendo, neste estudo, às professoras o papel central da realização e do desenvolvimento adequado das ações e das estratégias, de acordo com o ano de escolaridade e das particularidades e interesses dos alunos envolvidos no estudo, levando em consideração ainda as condições e as infraestruturas da escola.



Figura 4.33 – Aprendizagem em ambientes digitais | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Na organização do trabalho pedagógico, foi necessário operacionalizar as atividades, dar tempo aos alunos para que pudessem entender o que esperávamos deles. O estudo proporcionou aos alunos oportunidade de melhoria, tanto das aprendizagens quanto do desenvolvimento de outras competências. Com o projeto, estimulamos o debate e a comunicação entre todos, fortalecemos e inovamos o ensino das ciências e da tecnologia no nosso agrupamento.

Por isso, importa reforçar que a proposta de STEM apresentou o potencial das ciências e dos recursos tecnológicos com base em estratégias que nos permitiram ligar aprendizagens essenciais, procedimentos autênticos em sala de aula, multiplicação de espaços, mais tempo para o estudo das ciências, novas propostas de trabalho, a articulação de professoras e formação de equipas educativas.

Totalmente confirmada a importância das tecnologias no currículo enquanto oportunidade para o crescimento de proficiências digitais, para a melhoria e eficácia de competências em articulação e flexibilidade curricular, com as AE e o PASEO, pretende-se que os alunos desenvolvessem:

- Informação e Comunicação.
- Raciocínio e Resolução de Problemas.
- Pensamento Crítico e Pensamento Criativo.
- Relacionamento Interpessoal.
- Saber Científico, Técnico e Tecnológico.

Neste estudo, todo o trabalho aconteceu através de aprendizagens ativas, em que os alunos se ocupavam na construção de tarefas cheias de valor e significado para eles próprios. As professoras indicavam caminhos e faziam perguntas quer sobre processos, situações, uma apresentação simples, uma poesia, um conto, uma cantiga ou um algoritmo numa linguagem mais ou menos sofisticada. Para nós, o processo de ensino e aprendizagem STEM tinha de incluir ideias e conceitos essenciais de diversas áreas, bem como apoiar a execução dos descritores do PASEO para trabalharmos conhecimentos, capacidades e atitudes com a construção do projeto.



Figura 4.34 – Aluno trabalha com áreas e perímetros no simulador PhET | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Assim, as STEM assumem-se como um projeto proveitoso para autorregulação das aprendizagens porque facilmente, e como se verifica na Figura 4.34, se envolvem os alunos em pesquisas, projetos e

na própria resolução de problemas a partir do que é proposto com rigor, segurança e responsabilidade em ambientes digitais. Existe um conjunto muito diversificado de aplicações que podem ser incorporadas como recursos digitais, plataformas online de aprendizagem, simuladores, e-portefólios, software de geometria dinâmica, ferramentas digitais e outros recursos digitais muito adequados aos projetos e às atividades a desenvolver nas STEM, bem como à faixa etária dos alunos. A seleção dos recursos e dos ambientes digitais foram sempre indicados pelas professoras para que os alunos mobilizassem as estratégias e as ferramentas mais adequadas com a máxima individualidade, pois nem todos os alunos aprendem da mesma maneira e com o mesmo ritmo de realização. Além do mais, também é verdade que a forma como confidenciam e/ou demonstram o que aprendem é muito diversificada.

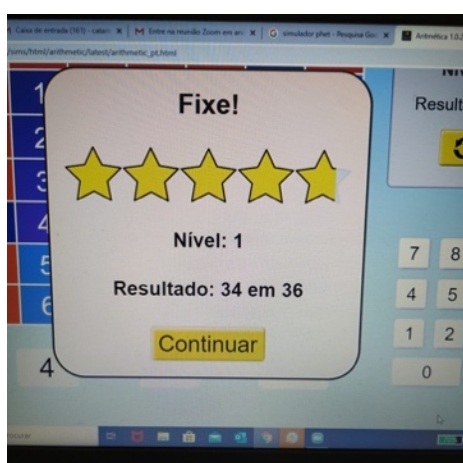


Figura 4.35 – Avaliação de cálculos no simulador PhET para multiplicação, divisão e factorização | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

No processo de ensino era considerada sempre a apreciação e a avaliação pela equipa de professores. Na Figura 4.35 temos uma avaliação automática do simulador PhET, ainda que todas as atividades a realizar, as estratégias e os recursos fossem avaliados para melhor se ajustarem às aprendizagens essenciais e melhor conseguirem acompanhar o desenvolvimento dos alunos e ajudar a acrescentar e a consolidar as diversas fases de desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem. A preparação do material a ser disponibilizado aos alunos na sala de aula, individualmente ou em grupo, para a elaboração de matérias ou criações artísticas ou científicas podiam ser em suporte físico ou digital. Como podemos perceber, independentemente do assunto a ser trabalhado com os alunos, confiávamos que eles melhorassem as aprendizagens ao nível da adequação e pensamento, da interpretação e comunicação da experimentação e criação dos seus projetos a partir dos mais variados materiais e recolhidos no espaço mais diversificado possível.

Este plano de trabalho foi baseado no manual escolar do Estudo do Meio do 4.º ano dos alunos, mas acrescentámos a possibilidade de se trabalhar com recursos digitais diversos, como por exemplo a

ferramenta digital *Google Maps* para se evitar a relação impensada dos alunos com os conteúdos e os temas em estudo. As razões que permitem validar e fundamentar a importância das atividades de ciência ligadas às tecnologias já foram assunto de reflexão na primeira parte desta investigação, sendo necessário, agora, reafirmar algumas condições a respeitar para que as atividades de STEM não se limitem a ser uma atividade de agregação curricular, mas a concertação de estratégias e recursos para desenvolver competências que permitem realizar aprendizagens importantes e significativas.



Figura 4.36 – Grupos de trabalho autónomo | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Queríamos os alunos num papel ativo e de utilização prática, como se confirma na Figura 4.36, como parte integrante do processo de ensino-aprendizagem conheciam pela sua própria experiência, observando, descobrindo, pensando e reformulando as explicações inicialmente sugeridas, muitas vezes explicações simples, mas que contribuía para a explicação de conhecimentos subentendidos num percurso de trabalho. As aprendizagens essenciais não planeiam uma abordagem contínua, com a intenção de podermos flexibilizar os conhecimentos com rigor e desenvolver a compreensão dos conteúdos e dos métodos. Pretendemos, com este estudo, encontrar formas de aproximar os alunos de processos criativos e promover a sua relação com a escola. Onde todos podemos ser espontâneos, não ter medo de falhar e pensar em muitas múltiplas dimensões para crescer em segurança.

Incluímos aprendizagens com competência de envolver o mundo digital que rodeia os alunos e o engenho de intervirem nele de modo crítico, ativo e formativo, com verdade e com o rigor do conhecimento e, especialmente, a flexibilidade mental para entender, conhecer e considerar muitas perspetivas para construir conhecimento e saber em liberdade. Se considerarmos que as aprendizagens práticas nesta atividade envolvem o Estudo do Meio e a Tecnologia diretamente no plano de articulação STEM. É que os projetos STEM não são pretextos para justificar a realização de aprendizagens das diversas áreas das ciências e da tecnologia. O que justifica um projeto de STEM é o facto de as aprendizagens decorrerem de necessidades efetivas para trabalhar o currículo escolar, desenvolver a

mentalidade criativa, aumentar o envolvimento dos alunos em práticas e experiências de aprendizagem em sala de aula que se estabelecem com o mundo real. A possibilidade de trabalharmos as STEM passa por reconhecer a importância da utilização comum de vários tipos de recursos no âmbito das atividades que têm lugar nas componentes do currículo. Uma das situações modelares diz respeito à utilização da escrita, utilização de conteúdos e observação, que promovem uma intervenção crítica no meio. O ensino não é mais ensinar uma competência específica; o que pretendíamos com estas variadas estratégias era ajudar os nossos alunos a preparar os hábitos e a motivação para aprender, e continuar a aprender, ao longo dos ciclos de escolaridade e ao longo da vida.



Figura 4.37 – Aluna realiza trabalho numa ferramenta da Web 2.0 | WordArt | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Desenvolvemos ainda a atividade com o tema “Portugal na Europa e no Mundo”, tópico do Manual dos alunos Estudo do Meio – A Grande Aventura do 4.º ano de escolaridade da Texto Editora. Sendo este tópico apresentado na aula de STEM através do *Google Maps*, com este recurso digital incitávamos aos alunos a localizar Portugal na Europa e no Mundo. Contudo, também nos permitia orientar os alunos na pesquisa, indicando um conjunto de orientações que o *Google Maps* permite, como: observar imagens de dados de mapa e de satélite, medição de distâncias, direções a partir de direções para e pesquisas nas imediações. As localizações realizadas em mapas digitais, como por exemplo o *Google Maps*, permite identificar e descrever relações espaciais, localizar o espaço em relação a diversos referenciais, organizar elementos em função da ordem de grandeza, reconhecer e relacionar intervalos de tempo e identificar unidades de medida. Podemos observar que esta atividade está perfeitamente alinhada com as atividades apresentadas anteriormente para o pensamento computacional e o uso do Scratch para o estudo da Geometria e medida, nomeadamente com a localização da escola B ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e todas as informações que podíamos prender com este recurso digital. Além de que também nos permitia observar indicações sobre a forma como os grupos se expunham oralmente

perante distintos públicos, como interagiam uns com os outros, como trabalhavam a criatividade e a autonomia.



Figura 4.38 – Grupo apresenta a localização e distância entre a Escola B e o MIT | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Apresentámos também uma atividade de STEM, designada *WordArt*, desenvolvida a partir de uma ferramenta digital da *Web 2.0*, o *WordArt* que também foi utilizada no projeto de STEM e que abrangia o Português, o Estudo do Meio, a Tecnologia, o Inglês, a experimentação, a criação, a interpretação e a comunicação. A aprendizagem baseada na resolução de problemas assenta na facilidade de os alunos desenvolverem a capacidade de resolverem problemas em situações que levam à mobilidade das aprendizagens nos diversos domínios e, assim, como o nome indica, baseia a construção de aprendizagens a partir da proposição do problema, com objetivos de impulsionar a construção de uma estratégia ativa que altera a conformidade da preparação usual das atividades. Na lógica da organização habitual, a iniciação a um domínio, conteúdo ou tema faz-se através da leitura do manual adotado, interpretação de textos, imagens e mapas imóveis. Este começo é normalmente acompanhado de uma exposição oral por parte da professora e acrescenta a realização de questões mais ou menos diretas sobre os conteúdos trabalhados. A operacionalização das aprendizagens do Estudo do Meio implica a contextualização dos temas a tratar, associada a dinâmicas articuladas dos conteúdos com outros, de outras componentes do currículo pela natureza dos temas e conteúdos a tratar. As STEM potenciam este tipo de estratégia com a realização de componentes de análise, criatividade, resolução de problemas e desenvolvimento do pensamento crítico.



Figura 4.39 – Alunos do 4.º ano organizavam um Workshop de WordArt para o 3.º ano | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Para a realização desta atividade, os alunos devem conhecer bem a ferramenta digital, devem saber utilizar a plataforma do *WordArt* e identificar as características, os objetos virtuais que estão disponíveis, como podem fazer alterações nos trabalhos e o envio dos trabalhos terminados. Neste estudo, trabalhámos com expectativas relativamente elevadas em relação aos comportamentos e às atitudes dos alunos. O conceito STEM ultrapassou todas as nossas expectativas e fez ruturas com modos tradicionais de trabalho em todas as salas de aula porque as estratégias e os recursos utilizados alteraram o empenho dos alunos no trabalho escolar. As STEM era algo que não lhes dizia respeito, recorriamos por sistema à cooperação e à partilha de uns e de outros. Proporcionávamos uma instrução ativa para materializar a criatividade e a curiosidade no currículo.

Após a monitorização das tarefas e dos recursos de apoio, bem como da orientação do trabalho dos grupos, os resultados estavam disponíveis para serem partilhados e discutidos. Os grupos tinham que apresentar à turma os planos de trabalho utilizando diferentes talentos, com diferentes sugestões e orientações para a organização dos trabalhos em WordArt.



Figura 4.40 – A turma do 4.º ano fez uma apresentação de WordArt aos colegas do 3.º ano | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Este estudo ocorreu numa escola em acelerada renovação, mas ficámos com a certeza de que para quaisquer que sejam os percursos escolares dos nossos alunos, todos eles exigirão que sejam proficientes em STEM.

O génio e a originalidade foram duas das mais reveladoras e duradouras ideias a emergir das revoluções intelectuais do século XVIII. Silicon Valley tem uma opinião completamente diferente em relação à criatividade humana. Acreditamos nas virtudes da colaboração, que os grupos que trabalham em harmonia dão origem a melhores ideias do que o indivíduo isolado (Foer, 2018, p. 177 e 178).

Ao longo da apresentação das atividades do projeto STEM, é possível perceber que utilizámos diferentes estratégias e recursos para os alunos pensarem criticamente na realização das atividades com questões de validação de informação, direitos de autor, a propriedade intelectual e a privacidade para o uso responsável das tecnologias e dos ambientes digitais. As áreas digitais têm que incluir aprendizagens que permitam aos alunos desenvolverem capacidades de compreensão do mundo digital que os rodeia, de intervirem de modo ativo na utilização e produção de conteúdos, mas sempre em segurança e protegendo os valores e os direitos dos nossos alunos. As STEM não devem ser compreendidas como fixas, mas como áreas de trabalho que se juntam e que, em conjunto, concorrem para o desenvolvimento das competências previstas nas AE e no PASEO. Existem inumeráveis atividades STEM que apoiam a construção de uma abordagem adequada, diferente, múltiplos conhecimentos, possível de ser realizada por todos os alunos e de matriz científica e humanista. Quando conseguirmos estudar o mundo é porque conseguimos cooperar melhor uns com os outros. No século XXI, talvez o mais importante seja como modelamos o ensino, a aprendizagem e a forma como os alunos compreendem os desenvolvimentos tecnológicos e sociais mais importantes do nosso tempo. De forma a concretizar o plano definido para a apresentação e discussão dos dados deste trabalho, apresenta-se agora uma atividade desenvolvida no

âmbito do Plano Anual de Atividades do Agrupamento (PAA), porque envolve um número muito significativo de participantes da comunidade educativa e convidados externos. Esta é uma atividade importante, por várias razões. Em primeiro lugar, permite estudar o comportamento e o entendimento de colaboração, tendo em conta que estamos perante uma atividade que envolve muitos intervenientes, logo permite reunir evidências das particularidades, da autonomia e da flexibilidade profissional de cooperação das professoras da equipa de STEM.

Se a raiz cooperante da equipa educativa já foi assunto de apreciação neste estudo, importa agora abordá-la numa atividade com um desenvolvimento complexo, o preciso desafio da recolha de dados, particularmente quando esta raiz cooperante é entendida como uma condição potenciadora das aprendizagens a realizar nas STEM. Estamos perante uma atividade complexa que se presta ao desenvolvimento das competências na área de informação, comunicação, divulgação de experiências e de conhecimentos, em diferentes formatos e que idealizámos de modo dedicado à preparação da divulgação científica no projeto STEM.

4.6. Cultura científica no ensino das STEM

A celebração do Dia Nacional da Cultura Científica, a 24 de novembro, realiza-se desde 1996 para celebrar a Ciência em Portugal. Esta celebração foi criada pelo Ministro da Ciência e da Tecnologia do XIII Governo Constitucional, o Professor Doutor José Mariano Gago.



Figura 4.41 – Cartaz do Dia Nacional da Cultura Científica 2019 | Escola A e B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Na Figura 4.41 o que se representa na faixa é a comemoração do Dia Nacional da Cultura Científica, sendo que os alunos, neste dia, tiveram oportunidade de apresentar e explicar conceitos em grupo, e apresentar ideias para audiências reais. Tendo em conta a reflexão produzida ao longo desta dissertação sobre as implicações do projeto de STEM na gestão do currículo escolar ao nível da escolaridade básica,

identificamos os conhecimentos a adquirir, as capacidades e as atitudes a desenvolver e que consideramos indispensáveis, relevantes e significativas na celebração de um evento que permite reunir diferentes públicos. Determinamos, em equipa educativa, as aprendizagens a desenvolver e a preparação das atividades, com o objetivo e a opção educativa de usar as tarefas em diferentes situações, estudando as regras dos diferentes ambientes.

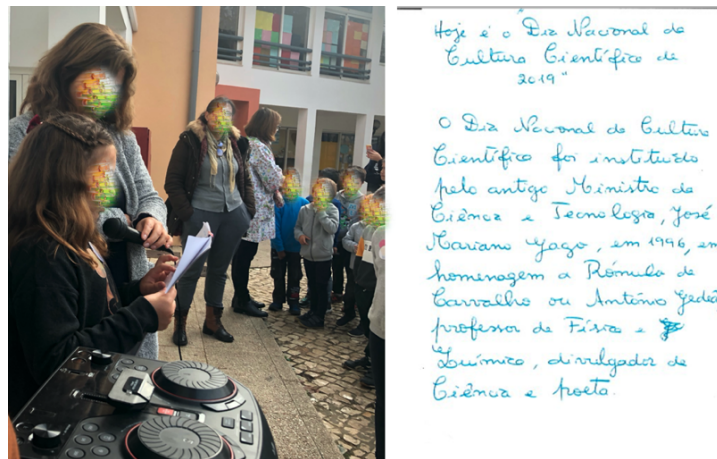


Figura 4.42 – Aluna faz a abertura do Dia Nacional da Cultura Científica | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

A comemoração do Dia Nacional da Cultura Científica assumiu-se como uma atividade de consagração e significado da ciência e da tecnologia e, por isso, implicou a organização de uma atividade complexa, mas com reconhecimento, interação e o apoio da equipa educativa na sala de aula e em contextos variados, como se apresenta na Figura 4.42, e muito incentivos para a autorregulação dos alunos. A celebração do Dia Nacional da Cultura Científica foi planificada nas três turmas de STEM, mas os desafios e os temas são diferentes para cada escola. Foi a centralidade da relação entre os alunos e as atividades práticas que assinalámos nos objetivos específicos que naturalmente regularam os cenários de aprendizagem, os espaços, os interesses dos alunos e os equipamentos disponíveis em cada escola.

Apresenta-se, de seguida, um conjunto de atividades e ações relacionadas com a comemoração do Dia Nacional da Cultura Científica no projeto STEM. As AE das STEM estão organizadas por temas aglutinadoras e, por isso, tal como acontece no PASEO, foi necessário refletirmos quais as aprendizagens que os alunos deviam desenvolver neste tipo de iniciativas. A planificação desta atividade executa um acompanhamento didático em que os conteúdos são lecionados segundo a sua cronologia e as competências associadas a experiências de comunicação, colaboração e desenvolvimento nas áreas do “Relacionamento interpessoal” e “Desenvolvimento pessoal e autonomia” com ambientes digitais, situações simuladas e reais, os alunos apresentavam e partilhavam os produtos produzidos, conceitos, comunicação em ciência, trabalhos práticos, tratamento de informação, apropriação e reflexão,

experimentação e criação que ocorreram no projeto STEM em relação direta com a organização das AE e o PASEO.



Figura 4.43 – Exposição temporária | Trabalhos sobre corrente elétrica realizados em STEM | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

As STEM faziam com regularidade apresentações de ciência e tecnologia. De facto, era muito o espaço que lhe dedicávamos. Articulávamos os assuntos que queríamos tratar com os alunos, que tipo de linguagem deviam utilizar. Era uma análise interessante que fazíamos, embora adaptada ao nível etário dos alunos do 4.º ano de escolaridade. O alargamento das STEM a outras componentes do currículo, a colaboração com serviços e projetos da escola, com a família e com instituições regionais, nacionais e internacionais foi sempre o nosso desejo. Julgamos que as STEM têm potencial para, por si, ajudar a modificar a escola, para dar mais gosto aos alunos, para dar outras motivações aos pais na colaboração com a instituição que ajuda a formar os seus filhos.



Figura 4.44 – Palestra sobre o tema: “Eletricidade: Como uma ‘brincadeira’ de salão mudou o mundo” | Professor Convidado da FCT NOVA | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Assim, promovemos estratégias que implicavam, por parte dos alunos, a aquisição de regras de comunicação e comportamento em ambientes digitais, através de meios e recursos digitais mais ou menos formais. Apresentávamos e partilhávamos o trabalho e os produtos desenvolvidos e em contextos em que muitos alunos comunicavam, colaboravam e interagiam de forma a consolidarem, experienciarem e adquirirem competências de cidadania em várias vertentes. Numa perspetiva mais prática possível, e de modo a fornecer informações e instrumentos de comunicação e relações entre o conhecimento, emoções e comportamentos, surgiram nas STEM celebrações partilhadas com alunos, nos quais tinham sempre um papel central.

Nas nossas escolas não existe ainda, e de modo claro, o direito de participar na vida cultural da escola como um direito coletivo. Importa compreender que nesta atividade procuramos sensibilizar os alunos para a importância de saberem expressar e defender publicamente as suas opiniões e valores.



Figura 4.45 – Os alunos estabeleciam relações entre conhecimento, emoções e comportamento | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Compete à escola assegurar que os alunos possam beneficiar de atividades culturais. Veja-se na Figura 4.45, que celebramos o Dia Nacional da Cultura Científica, a 24 de novembro, com estratégias que constituem oportunidades para os alunos realizarem a cooperação entre pares, a organização dos espaços e do tempo individual e coletivo.

Trabalhámos sem violência e no respeito pelo outro. Para nós, o processo de ensino e aprendizagem STEM tem de incluir ideias, conceitos básicos de ciência e tecnologia e contribuir com os descritores do PASEO para trabalharmos capacidades e atitudes na construção da importância de uma escuta ativa e de compreensão do outro. Estudávamos como se pode promover o trabalho de equipa. Analisamos comportamentos cooperativos e refletimos sobre as vantagens dessa abordagem para estruturar a compreensão do trabalho do grande grupo.

Pretendíamos que toda a comunidade escolar refletisse sobre a importância do trabalho de equipa para a aquisição das atividades, tal como sobre as vantagens dos comportamentos cooperativos e as emoções que provocam. Tínhamos muitos alunos tímidos na escola. Os alunos que participaram no projeto STEM eram dos alunos mais alegres da escola. Os alunos compreendiam e conquistavam conhecimentos para conseguirem identificar os contributos da ciência para o progresso tecnológico e para a melhoria da qualidade de vida de todos. O valor das aprendizagens pressupõe a articulação vertical do projeto de STEM, em que a aquisição das competências vai sendo aprofundada, numa lógica de ciclos de estudo. O progresso das aprendizagens nos anos de escolaridade de cada ciclo foi considerado ao nível do desenvolvimento cognitivo e afetivo dos alunos e da influência dos contextos de aprendizagem.



Figura 4.46 – Conversa o Professor Convidado da FCT NOVA na Celebração do Dia Nacional da Cultura Científica | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Desfrutámos da colaboração da FCT NOVA, com a presença de um Professor convidado (Figura 4.46), e na identificação e formação das áreas STEM a trabalhar com os alunos para desenvolvermos as competências associadas à criação de conteúdos, recurso e plataformas digitais adequadas ao conhecimento, às capacidades e às atitudes apropriadas para este ciclo de ensino. Integrámos conteúdos vindos de diferentes tipos de suportes para criar e mudar os contextos e as oportunidades de aprendizagem e desenvolvimento, por meio de tecnologias com resultados relevantes em várias proficiências digitais para todos.



Figura 4.47 – Professor Convidado da FCT NOVA conversa com um grupo de alunos | Dia Nacional da Cultura Científica | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

A ligação da Universidade e de outros níveis de ensino é proveitosa na formação, formal e não formal, dos professores, educadores e alunos para incrementar o ensino e o conhecimento de exigência, um ensino que recompensa o esforço e reforça o ensino experimental das ciências e da tecnologia no 1.º CEB.

Apresentamos, agora, como usamos a consolidação dos conhecimentos STEM e como esta estratégia foi pensada com resultados, ações e recursos a longo prazo. Este estudo identifica algumas inovações educativas que nos deixaram através dos desafios, melhorar a aquisição de competências de comunicação, o conhecimento e as atitudes. O entusiasmo de princípios, valores e respeito por atividades socialmente inclusivas e colaboração ativa na vida comunitária.

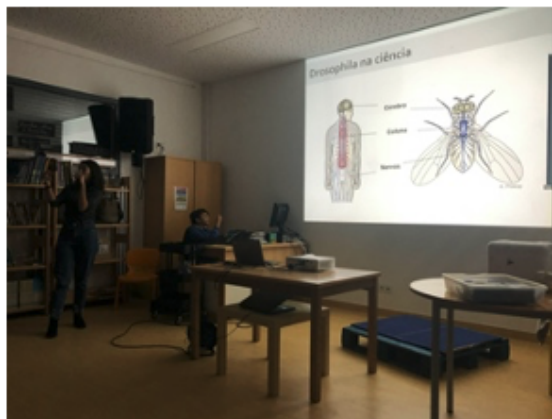


Figura 4.48 – Palestra sobre o tema: O papel da mosca da fruta na Ciência | Dia Nacional da Cultura Científica | Investigadora Convidada do CEDOC | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

A Investigadora do Centro de Estudos de Doenças Crónicas da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa apresentou a palestra “Pelos olhos de um cientista: O papel da mosca da fruta na ciência” na escola B. Promovemos o envolvimento dos alunos no processo de reflexão. Trabalhamos os seus interesses e apostamos, fortemente, na imagem escolar das STEM. A articulação do conhecimento técnico e científico com outras componentes do currículo reforçam a estrutura da aprendizagem e melhora a aquisição de competências.



Figura 4.49 – Aluna do 2.º ano faz uma pergunta à investigadora do CEDOC | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

O envolvimento do projeto STEM com universidades, centros de investigação, cientistas e professores do ensino Superior permitiu-nos desenvolver um conjunto de competências de diferentes áreas do conhecimento como uma enorme oportunidade para fazer mais e melhor ciência no Ensino Básico. Contribuímos para a compreensão progressiva da Sociedade, da Natureza e da Tecnologia, bem como a promoção das Inter-relações entre estes domínios.



Figura 4.50 – Alunos fazem fila para observarem drosófilas | Moscas da fruta no microscópio | Dia Nacional da Cultura Científica | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

O nosso propósito foi sempre promover a capacidade de os alunos participarem, de forma mais esclarecida e adequada, nos diversos desafios, desenvolvendo uma atitude crítica, refletida e responsável no uso de tecnologias, dos ambientes e tarefas digitais para o estudo da ciência e da tecnologia. Os alunos foram sempre convidados a observar, analisar ideias, processos e produtos para desenvolver ideias e soluções, com resultados relevantes e sustentáveis para todos os alunos. Neste sentido, com este tipo de atividades alargadas a toda a escola favorecemos uma aprendizagem com interação dos pares e com outros, e em diversos domínios da ciência e da tecnologia.



Figura 4.51 – Aluna conversa com a investigadora CEDOC | Dia Nacional da Cultura Científica | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Assim, contribuímos não só para a regulação enquanto alunos a participar em espaços conjuntos, bem como nas suas vidas pessoais e profissionais. O desafio deste estudo remete, por isso, para duas frentes. Por um lado, dinamizámos a comunidade escolar para a importância de manter o gosto pelas áreas científicas e tecnológicas. Por outro, criámos oportunidades para apresentar atividades e estratégias educativas que se mostram eficazes e têm resultados importantes e inovadores para motivar os alunos para a aprendizagem das STEM.



Figura 4.52 – Alunos observam uma cultura de drosófilas – Moscas da fruta | Dia Nacional da Cultura Científica | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Este projeto estruturou e desenvolveu atividades de aprendizagem em cooperação com todos, direcionadas para a inclusão e troca de conhecimentos, a preocupação da compreensão de si, dos outros, do meio e a concretização de projetos intra e extraescolares para que os nossos alunos tivessem contacto com a ciência que se faz nos laboratórios reais, neste ciclo escolar, que a nosso ver é a idade mais adequada para começar a pensar em ciência.



Figura 4.53 – Alunos observam drosófilas – Moscas da fruta | Dia Nacional da Cultura Científica | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

A transversalidade das STEM a vários setores de atividade económica, as suas múltiplas aplicações, o carácter global do mundo e das linguagens de programação constituem, de facto, um potencial de mobilidade educativa e geográfica maior do que o de outras áreas de conhecimento.

Neste estudo entendemos que o ensino das STEM no 1.º Ciclo deve oferecer uma formação que desenvolva nos alunos uma relação positiva com a ciência e a tecnologia, bem como uma compreensão

que os desperte para a ciência ao longo do seu percurso escolar, qualquer que seja a área de prosseguimento de estudos escolhida.

A última atividade que selecionamos para apresentar nesta dissertação foi a celebração do Dia Internacional da Matemática (DIM) 2020. Interessa, no entanto, que se compreenda que é uma atividade do PAA do agrupamento e muitos são os motivos que podemos apresentar em relação à importância e à atenção que o tema nos merece, ao mesmo tempo que queremos trabalhar conteúdos de aprendizagem recorrendo a situações e contextos variados e contribuir para o ensino de qualidade nesta área do conhecimento. O segundo motivo prende-se com os resultados pouco favoráveis dos alunos, na avaliação interna e externa da matemática ao longo da escolaridade obrigatória. Um outro aspeto do ensino da Matemática que tem tido muita importância está associado ao facto de os resultados serem mais favoráveis nos últimos anos. No entanto, é certamente reconhecido por todos nós que para que os resultados nesta área sejam favoráveis é preciso agir, sendo necessário fazer mais. Assim, é importante identificar e integrar, na nossa ação, a compreensão dos procedimentos, das técnicas, dos conceitos, das propriedades e das relações matemáticas.



Figura 4.54 – “A Matemática está em toda a parte” | DIM 2019 | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Continuando com o tema - “Dia Internacional da Matemática” - definido em 2020 pela UNESCO o dia 14 de março para que os alunos aprenderam a integrar o conhecimento, as emoções e o comportamento para uma autonomia crescente em matemática. Neste estudo trabalhamos para que o ensino da Matemática no 1.º CEB conseguisse dar uma série de estratégias e recursos educativos para aperfeiçoar e promover uma relação positiva dos alunos com a disciplina, bem como uma compreensão da matemática que se ajuste à sua construção enquanto ciência que integra conhecimento, importância cultural e social, especialmente no que se refere ao seu papel no desenvolvimento das diversas ciências, da tecnologia e de outras áreas da atividade humana, como é sugerido nas AE e no PASEO. Com a celebração do Dia Internacional da Matemática pretendemos que os alunos, ao longo da escolaridade

básica, compreendam os procedimentos, técnicas, conceitos, propriedade e relações matemáticas. A finalidade é que todos desenvolvam capacidades para a utilizarem em situações matemáticas e não matemáticas ao longo da escolaridade e nos diferentes domínios curriculares.



Figura 4.55 – Cartaz oficial do DIM 2020 | Escola B.

Fonte: Cartaz realizado pela investigadora a partir do modelo do DIM2020.

A designação aprovada para o Dia Internacional da Matemática em 2020 (<https://www.idm314.org>) sugere que celebremos a experiência e se atribua a toda a celebração em si mesmo um potencial formativo. Na comemoração DIM 2020 na escola B conseguimos trabalhar o tema de modo a que fosse compreendido pelos alunos como um dia importante para a reflexão e para a alteração de estratégia de ensino, de modos de aprender e ensinar Matemática com a proposta de trabalho “Todos Lig@dos”.

Tal como em qualquer atividade de ensino, importa que as finalidades das atividades programadas sejam percebidas e que permitam a comunicação entre os diversos intervenientes.



Figura 4.56 – Os alunos apresentam um programa realizado no Scratch sobre Geometria e Medida | DIM 2020 | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

As escolas tudo devem fazer para desenvolver e melhorar as ações de promoção da ciência e da tecnologia. Assim, no DIM 2020 o Projeto STEM recebeu um contributo muito importante da FCT NOVA, com a presença de um Professor convidado para a aula de Matemática na escola B. Por um lado, consideramos que é muito importante desenvolvermos atividades extracurriculares, ações e palestras entre professores do ensino superior e as escolas básicas para os cativar para a Matemática neste caso. Por outro lado, todas estas iniciativas apoiam a formação e melhoraram as aprendizagens dos nossos alunos e são importantes para os motivar para ciência com qualidade e exigência em diversos contextos.

Em concordância com o que defendemos, sobre a valorização da escola qualificada para o ensino da Matemática e para aprender mais e melhor, reunimos o ensino básico com o ensino superior para comemorar a Matemática e organizámos apresentações orais para os alunos apresentarem ideias matemáticas, e explicarem ideias, raciocínios e procedimentos matemáticos com a plataforma Scratch na aula do DIM 2020.



Figura 4.57 – Os alunos apresentam um programa realizado no Scratch sobre Geometria e Medida | DIM 2020 | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Assim, os alunos desenvolvem o interesse pela Matemática e valorizam o seu papel no desenvolvimento de outras competências, e deste modo foram capazes de descrever, explicar e justificar procedimentos e raciocínios, bem como os resultados e conclusões que tinham obtido no estudo da Geometria e na identificação de ângulo para a construção dos polígonos, através do pensamento computacional e de algoritmos no Scratch.

A celebração do Dia Internacional da Matemática 2020 permitiu a todos os alunos desenvolverem confiança nas suas capacidades e conhecimentos matemáticos, e a capacidade de analisar o próprio trabalho. Visto que os alunos desenvolveram persistência, autonomia e à vontade em lidar com situações que envolvem a Matemática no seu percurso escolar e na aquisição e desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e atitudes noutros contextos. Esta estratégia, que nomeamos “Todos Lig@dos” estruturou e desenvolveu atividades de aprendizagem em cooperação com todos, direcionadas para a inclusão e troca de conhecimentos, a preocupação da compreensão de si, dos outros, do meio e a concretização de projetos intra e extraescolares à escala global.

No DIM 2020 os alunos tiveram oportunidade de trabalhar com um Professor convidado da Faculdade de Ciência e Tecnologia que se deslocou à escola B, para participar na aula do DIM.

A ciência portuguesa, mobilizando cada vez mais investigadores e cada vez mais internacionalizada, está a superar um atraso secular. (...) A união entre ciência e educação está, entre nós, por fazer e tarda em fazer-se. Mas é vital que se faça. Nesta linha, a mudança do ensino formal das ciências nas escolas do básico e secundárias deverá passar pelo reforço da formação básica (Fiolhais, 2011, p. 71).

A atividade experimental no DIM 2020 com o Professor convidado da FCTNOVA alcançou grande significado para o estudo dos números e um potencial dos recursos tecnológicos. Por isso, importa referir

que não deu apenas aos alunos o sentido de número e a compreensão dos números e do sistema de numeração decimal, dado que permitiu também mobilizarem aprendizagens de diversos domínios da ciência e da tecnologia.



Figura 4.58 – Estudo da Medida | Professor convidado da FCT NOVA na celebração do DIM2020 | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Além de que os alunos realizaram um debate rico em conhecimento e interações, que lhes permitiu pensar sobre medidas, utilizar as unidades de medidas convencionais do SI e instrumentos de medida em contextos diversos. O Professor utilizou um sensor de movimento para fazer o registo dos movimentos dos alunos e desenvolver a capacidade de comunicar em matemática, oralmente e por escrito, com sentido e experimentação.



Figura 4.59 – Os alunos discutem o raciocínio Matemático sobre Unidades de Medidas do SI com Professor convidado da FCT NOVA | Celebração do DIM2020 | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

No 4.º ano são estudados os números naturais e o sistema de numeração decimal. Esta atividade proporcionou a aplicação em contextos matemáticos e não matemáticos para adquirir conhecimentos importantes e interessantes.

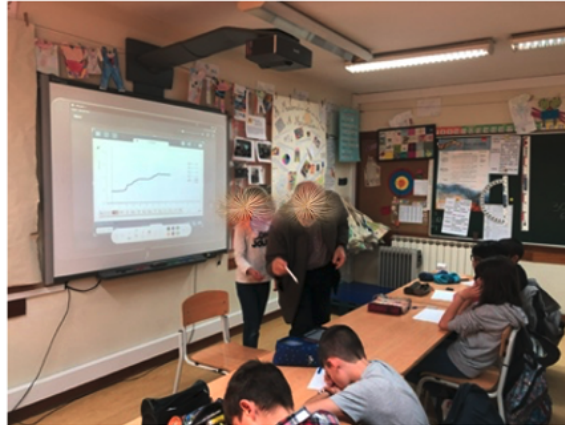


Figura 4.60 – Estudo da Localização e Medidas de Comprimento com Professor convidado da FCT NOVA | Celebração do DIM2020 | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Trabalhámos no meio da comunidade escolar e sempre nos preocupámos em receber o seu apoio. Trabalhámos com rigor o seu património cultural e atribuímos sentido e valor a todos através da cooperação e participação no Projeto STEM. Pensávamos de forma crítica para resolver os problemas e tínhamos de supervisionar a sala de aula com todos, a identificação dos problemas, pesquisar, desenvolver, selecionar alternativas, construir, testar e apresentar as nossas ideias ao grupo. O propósito deste projeto foi sempre funcionar com todos, e em particular conseguir que os nossos alunos percebessem que o Projeto STEM é deles e para eles, pertence à sua individualidade. As professoras, os pais (Figura 4.61), os parceiros, todos estávamos interessados em compreender como os nossos alunos aprendiam de modo tranquilo. O Projeto ocorreu sempre num ambiente funcional e agradável, o que nos ajudou a trabalhar, interagir e partilhar experiências inovadoras. Apresentámos modos eficazes, úteis e, sobretudo, que tínhamos tempo para nos ouvirmos e estar uns com os outros.



Figura 4.61 – O projeto STEM foi apresentado à comunidade numa atividade desenvolvida pela LUDOBIBLIOTECA | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

A estrutura do projeto STEM, orientada para a metodologia de Investigação-Ação, promoveu o conhecimento e as aprendizagens essenciais dos alunos nos primeiros anos de escolaridade. Refletimos sobre as implicações das estratégias e dos recursos necessários, bem como sobre as condições e os contextos variados em que as práticas essenciais para a aquisição ocorreram.



Figura 4.62 – Apresentação do projeto STEM às famílias | Escola A.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Uma das reflexões mais interessantes que realizámos com este estudo é a de que é necessário que as professoras conheçam e compreendam o entendimento dos seus alunos para os poderem apoiar na evolução das suas aprendizagens. Pesquisámos como podemos contribuir para estabelecer e questionar quadros de referência teórica e prática, através de projetos, estratégias e recursos pensados para alunos do 1.º CEB com as STEM. Neste estudo, confirmámos que o objetivo do Projeto STEM não é encher os alunos de áreas de competências do PASEO, mas sim cultivar o seu desejo e alegria natural de aprender.

Este princípio não se aplica só na sala de aula. Estimulamos os nossos alunos a fazerem descobertas por si mesma, damos-lhes liberdade e limites, e proporcionamos o sucesso ao prepararmos as nossas escolas e as nossas salas de aula de modo que possam fazer parte das áreas de competência, do Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (Educação, 2017, p. 20).

Em suma, o caráter interdisciplinar do currículo no 1.º CEB facilita a abordagem de conceitos e métodos das várias áreas STEM e a aprendizagem baseada em projetos integra o ensino destas áreas juntamente com a aprendizagem baseada em problemas, métodos e na preparação didática criada para o desenvolvimento das atividades. Na aprendizagem de STEM no 1.º CEB existe uma relação dinâmica entre o aluno e os professores e o ambiente de aprendizagem. O aluno aprende fazendo e é responsabilizado pela sua aprendizagem, mas sempre apoiada pelas professoras e pelo ambiente de Ciência e Tecnologia. Cada aluno trabalhava com os materiais ao seu ritmo, seguindo o seu próprio interesse em cada atividade. As professoras observavam os alunos e, quando nos parecia que estes já exerciam algum autodomínio sobre o material, o equipamento, o conteúdo, a plataforma, (...), e tornávamos sempre possível a apresentação de ideias, que explicassem conceitos ou expusessem o trabalho realizado diante de grupos mais ou menos numerosos.

4.7. O que se escreveu sobre as STEM

A definição e a construção do projeto de STEM gerou opiniões e critérios de avaliação espontâneos que constituem uma parte incontestável dos dados no processo de ensino-aprendizagem-avaliação das STEM, porque são o reconhecimento da adequação das STEM, expressa por toda a comunidade educativa. Importa abordar os juízos que existiram como um conjunto de informações que indicam a avaliação das diferentes aprendizagens, ajudam a orientar as estratégias e possibilitam uma reação de qualidade contextualizada e diferenciada sobre o projeto de STEM.

Serão estas respostas às questões de investigação que nos possibilitarão esclarecer a necessidade de, através do juízo de avaliação das professoras, do juízo de avaliação dos alunos e do juízo de avaliação dos pais, se concretizar este tipo de interações. Deste modo, e para além do acréscimo de motivação dos alunos, estabelecer, por um lado, o que os professores consideraram importante ensinar ao trabalhoso e coletivo dos alunos e, por outro, mobilizar as respostas às questões de investigação para que nesta dissertação se descubram outros modos de pensar e de atuar no e sobre o ensino das STEM. Esta opção na recolha dos dados implica que as questões propostas sejam cuidadosamente selecionadas para a recolha de informações e que o contributo seja diversificado e espontâneo para se poderem regular e controlar a motivação e a eficácia do projeto de STEM.

No seguimento do que descrevemos acima, e fazendo o registo do que as professoras do 1.º CEB escreveram em resposta à 1.ª Questão de Investigação – “Em que medida é que as estratégias e os recursos que foram implementados são adequados ao ensino STEM no 1.º CEB, de acordo com os juízos dos professores?”:

A Professora BG da escola B escreveu o seguinte:

- “Aqui está uma pequena amostra do que foi criado a partir da proposta de um algoritmo. Obrigada Amália, por contribuíres para que os meus alunos desenvolvam aprendizagens de ordem superior. É desta forma que conceitos tão abstratos, como os de geometria, se tornam significativos para os alunos.”
- “Obrigada Amália, por fazeres parte desta equipa. Espero que no próximo ano possamos começar com esta dinâmica no 1.º ano. Seria ótimo. Agradeço toda a disponibilidade, partilha, envolvimento, presença... por tudo.”

A Professora DP da escola A escreveu o seguinte:

- “Obrigada Amália, por todo o teu trabalho e dedicação a todos os nossos meninos mais novos! Estão todos de parabéns!”

A Professora CC da escola A escreveu o seguinte:

- “Obrigada eu pela tua dinâmica e ensino.”

Em seguida, passamos a apresentar um conjunto de juízos de avaliação e que nos parecem essenciais destacar sobre o registo dos alunos acerca das STEM, e que constituem o referencial analisado para aperfeiçoar o processo e/ou constituir um conjunto de orientações sobre as aprendizagens que se esperava que os alunos desenvolvessem. Os alunos sobre as STEM escreveram os seguintes juízos em resposta à 2.ª Questão de Investigação – “Em que medida é que as estratégias e os recursos são adequados ao ensino STEM no 1.º Ciclo, de acordo com os resultados de aprendizagem dos alunos, identificados através de registos escritos pelos alunos?”:

Os alunos escreveram o seguinte:

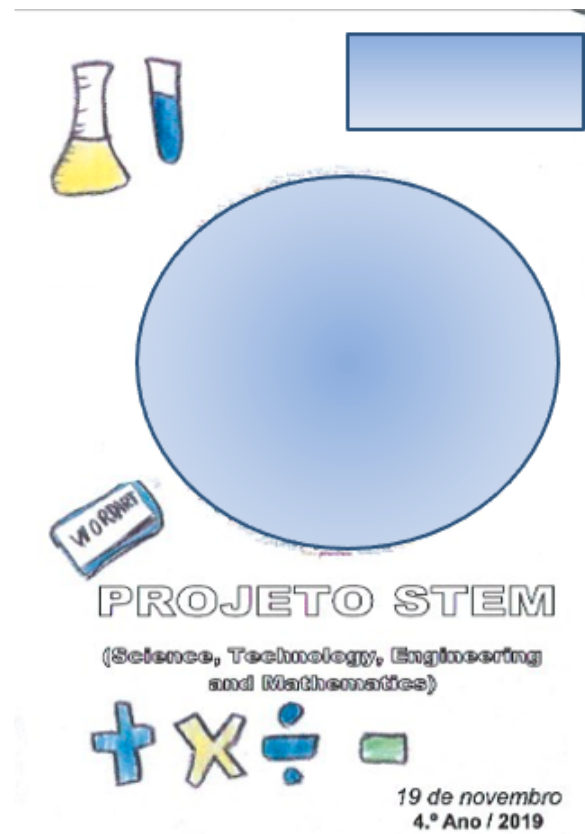


Figura 4.63 – Folheto realizado pelos alunos | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

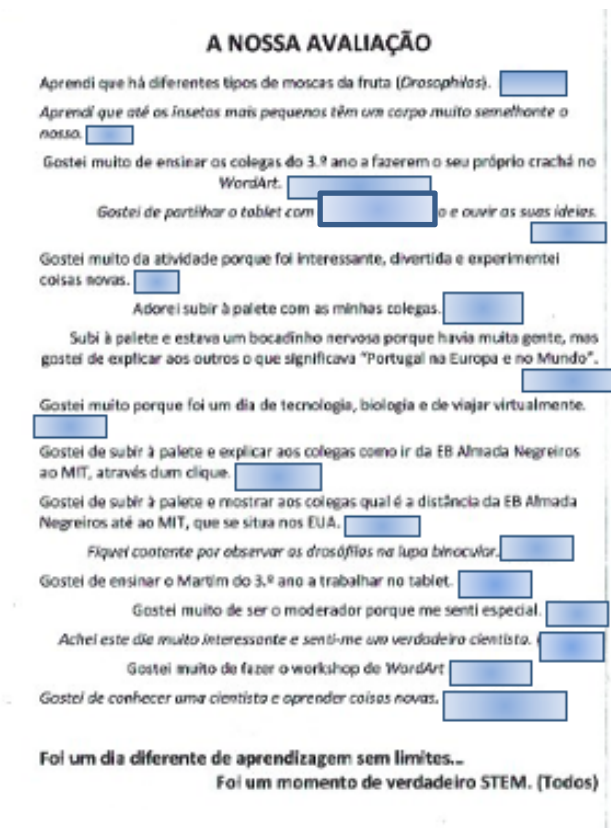


Figura 4.64 – Folheto realizado pelos alunos | Escola B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Tal como nos exemplos anteriores, importa registar o que os pais escreveram sobre as STEM, sendo que é possível entender que existe uma perspetiva. Também podemos considerar as diferentes apreciações feitas pelos pais ao Projeto de STEM, embora sublinhamos que o juízo e o registo escrito pelos pais terão em consideração o seu contexto em resposta à 3.ª Questão de Investigação - “Em que medida é que as estratégias e os recursos são adequados ao ensino STEM no 1.º Ciclo, de acordo com as opiniões dos pais?”:

Os pais escreveram o seguinte:

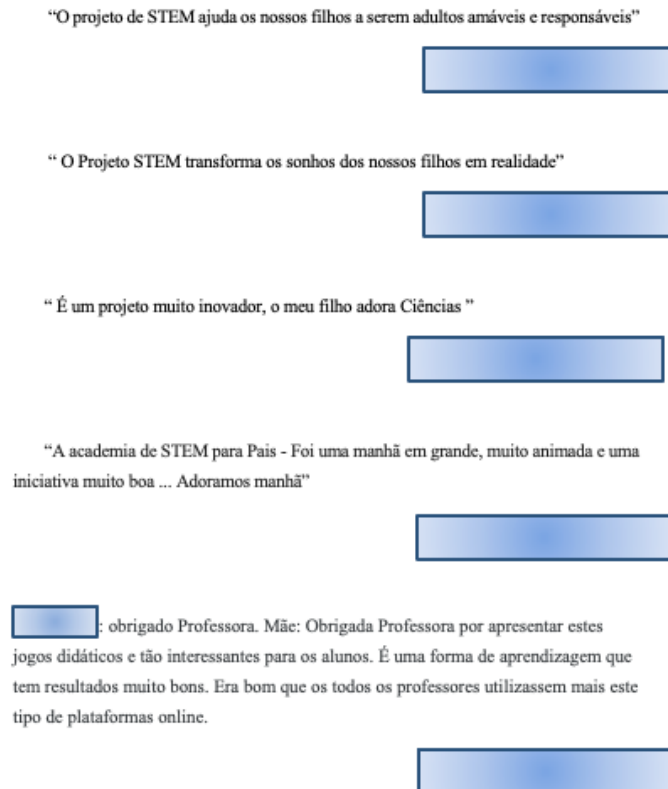


Figura 4.65 – Respostas dos pais na Classroom do Agrupamento | Escola A e B.

Fonte: Observação Presencial | Fotografia da Investigadora.

Tal como procurámos mostrar ao longo desta dissertação, há atualmente realidades que sabemos sobre o ensino e a aprendizagem das ciências e da Tecnologia e também há realidades que não sabemos, mas se continuarmos a aplicar a área de estudo como uma Ciência para o ensino e às várias tarefas escolares, há muitas lições a retirar destas pesquisas. Porém, nesta dissertação fez-se o que se pôde e fez-se muito sobre o ensino das ciências e da tecnologia no 1.º CEB. Podemos e devemos concluir que trabalhar com o ensino híbrido, isto é, digital e presencial, é mais vivo, mais criativo, entusiasma os alunos, desenvolve o ensino para todos, o ensino ativo e crítico com a interação direta de alunos e professores. Há, como é evidente, muita literacia científica sobre as características e as vantagens do ensino híbrido para o ensino das ciências e da tecnologia. Daí a importância extraordinária de os ambientes de aprendizagem STEM, de as interações de forma variada para acompanhar os alunos, de esclarecer de imediato as dúvidas, para nós a sala de aula é o local privilegiado para o ensino e a aprendizagem, mas nem uma sala tem de ser necessariamente aborrecida nem o ensino digital é necessariamente estimulante. Os meios servem a transmissão dos conteúdos e o desenvolvimento das capacidades dos alunos.

Não será a tecnologia a determinar a ciência. Será a ciência a definir as estratégias e a escolher os melhores recursos para o ensino e a aprendizagem. Mas podemos todos e devemos ensinar com rigor e

atuar em conjunto de uma forma consciente e com base na investigação e no conhecimento para uma escola com mais e melhor Futuro.

5. Conclusões

Neste capítulo apresentamos as principais conclusões do estudo, realizando entre setembro de 2019 e 10 de março de 2020.

Respondemos às questões de investigação colocadas com uma conclusão muito clara: **a tecnologia é inseparável da ciência e do desenvolvimento digital dos currículos escolares atuais**. No primeiro subcapítulo, apresentámos o futuro das STEM no ensino básico e a síntese das conclusões do estudo realizado. Com uma visão transformadora do ensino das ciências e da tecnologia através da inovação à escala global, as STEM apresentam uma possibilidade para se estudar a melhoria do ensino, da aprendizagem e do desenvolvimento tecnológico na educação. Por outro lado, permitem o aprofundamento das relações entre as instituições de investigação, as universidades e os diferentes níveis de ensino, para além de estimularem o trabalho cooperativo entre professores e comunidades educativas, visto que a participação só é possível através do exercício efetivo e preciso da cooperação.

Relembramos, em seguida, as questões de investigação indicadas para o estudo do ensino e da aprendizagem das STEM nos primeiros anos de escolaridade:

“1.^a - Em que medida é que as estratégias e os recursos que foram implementados são adequados ao ensino STEM no 1.º CEB, de acordo com os juízos dos professores?”

O futuro do ensino das ciências e da tecnologia traz-nos mais diversidade, mais meios, mais experiências. A solução está em saber aproveitar essas novas vantagens e não em destruí-las, reinventando tudo. O ensino presencial pode e deve ser valorizado pela tecnologia e pelos novos meios digitais, mas todas as formas de ensino devem estar ao serviço dos mesmos objetivos curriculares e integrar-se nesses objetivos. Assim, a escolha da forma particular de ensino deve ser determinada em cada momento pela sua maior eficácia, pelo conteúdo que se pretende transmitir e pela capacidade que se pretende desenvolver.

“2.^a - Em que medida é que as estratégias e os recursos que foram implementados são adequados ao ensino STEM no 1.º CEB, de acordo com os resultados de aprendizagem dos alunos, identificados através de registos destes?”

Em síntese, em determinadas atividades e para certos propósitos, uns meios são melhores do que outros. No ensino inicial das ciências e da tecnologia é mais eficiente fazê-lo em direto, através de um software em frente aos alunos, do que fazê-lo de forma analógica ou indicando aos alunos para realizarem determinada pesquisa.

“3.^a - Em que medida é que as estratégias e os recursos que foram implementados são adequados ao ensino STEM no 1.º CEB, de acordo com as opiniões dos pais?”

Em resumo, o ensino das ciências e da tecnologia com as STEM conduz a uma escola de melhor qualidade? Sim, de acordo com o juízo de valor dos pais em resposta às questões indicadas, registamos as opiniões que recolhemos de modo natural na Classroom ou em mensagens informais.

Na conclusão final, e pelas razões que acima são expostas, confirmámos que o ensino e a aprendizagem experimental das ciências e da tecnologia só se pode desenvolver num ensino positivo de sucesso, baseado no princípio de que todos os alunos podem aprender a ver, a fazer e a pensar com as STEM. E, encontradas algumas respostas, sentimos que como professores ficámos ainda mais atentos para observar novas questões.

5.1. O futuro das STEM no ensino

Concentrámos os nossos dados na escola do 1.º CEB, valorizámos o ensino das ciências e da tecnologia com o reforço das estratégias e dos recursos para o ensino experimental, mas sentimos que é fundamental continuar a estudar as mudanças que a tecnologia transfere ao ensino das ciências e à educação em Portugal. A escassez de ciência e tecnologia na educação não está ainda ultrapassada, mas o importante é não ignorar nem desvalorizar o trabalho já realizado nestas áreas. O desenvolvimento, em ciência e tecnologia, que reconhecemos nesta dissertação e que é, ao mesmo tempo, causa e efeito do desenvolvimento tecnológico global, não deixa de ser visivelmente apreciável. Verificámos que as práticas dos alunos, a ciência e o saber-fazer de cada uma das áreas STEM com ligação ao trabalho experimental, analógico ou digital, entre a ciência e educação como temos vindo a defender, conduz a alterações que se fixam e ficam para transformar o ensino das ciências e da tecnologia nas nossas escolas.

Uma das maneiras de medir o impacto das STEM consiste na observação e participação ativa em equipas educativas, em estudos de investigação e desenvolvimento. Esta foi a base de participação deste estudo e, com uma ligação de transferência de ciência e tecnologia, que nos permitiu gerar ideias e uma cultura profissional de cooperação com as STEM. Ultimamente tem havido muita investigação ao nível dos mestrados, doutoramentos e pós-doutoramentos ligados às STEM porque estas áreas dedicam grande estímulo à ciência e à tecnologia em todos os contextos e este também foi um indicador importante neste estudo para medirmos o impacto das STEM nos primeiros anos de escolaridade. Compreendemos que Portugal tem muito a ganhar com mais presença nos estudos e eventos internacionais, quer nos currículos escolares europeus quer nos currículos mais competitivos, como por exemplo os currículos dos Estados Unidos, que têm uma grande aposta em currículos escolares STEM para todos os níveis de ensino.

Em resumo, temos bons indicadores de sucesso nos currículos escolares ligados às STEM no ensino básico, com o aumento de estudos de investigação e desenvolvimento em todos os níveis de ensino, pré-escolar, básico, secundário e superior, com a apresentação de currículos de sucesso em ciência e tecnologia e o aumento de estudos e projetos de STEM por todo o país. Por último, o sistema de ensino português pode e deve continuar a aumentar o investimento que tem sido feito nos últimos 20 anos em ciência e tecnologia e as escolas básicas, em particular, beneficiam de ser despertadas para a melhoria de resultados e do desenvolvimento que para elas constitui a entrada de professores qualificados nestas áreas nos seus quadros. O Ministério da Educação tem, para isso, de fomentar a formação e a qualificação de professores em ciência e tecnologia, em particular dos professores que estejam dispostos a gerar equipas educativas e uma cultura profissional de cooperação. É necessário que apareçam projetos inovadores nas escolas e, portanto, aumentar a influência da ciência e da tecnologia nas escolas públicas em todos os níveis de ensino, pelo que tudo o que poder ser feito para uma escola com mais e melhor ciência e tecnologia será decerto bem-vindo.

5.2. Trabalho para o futuro | Continuação, expansão e investigação

Como já referimos, neste estudo participaram 81 alunos do 1.º CEB e a investigação realizou-se entre setembro de 2019 e março de 2020 num Agrupamento de Escolas do Concelho de Cascais.

Os principais meios para desenvolver as STEM são bem conhecidos, porque têm sido muito estudados em todo o mundo. Nas STEM estão incluídas áreas de conhecimento importantes e com resultados experimentais verificados à escala global. Com base nas conclusões apresentadas neste estudo, e na avaliação que realizámos no agrupamento de escolas públicas onde foi desenvolvido o projeto STEM, este estudo revelou-se muito útil. No que reconhece à direção do Agrupamento, a colaboração das STEM acabou por ser alargada a todas as escolas do agrupamento, compreendendo seis escolas no total, com mais de 600 alunos envolvidos em sala de aula, seis professores alocados ao projeto e todas as turmas dos 4.º, 7.º 8.º e 9.º anos de escolaridade.

O Projeto escolar evoluiu para STEAM no ano letivo 2020/2021, assegurando áreas de competência das Ciências, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática. Temos um protocolo de colaboração com a Universidade do Algarve para a utilização da Plataforma Milagre Aprender + (<https://www.youtube.com/watch?v=lxCyTKvV7iE>) em todas as escolas do agrupamento.

O potencial e o desafio de desenvolvimento das áreas STEM dependem de uma reflexão pensada e cuidadosa para o ensino das ciências e da tecnologia e uma cultura de cooperação entre professores, porque todos estes olhares oferecem possibilidades continuamente em aberto e à espera de mais

professores. Finalmente, e como tanto o futuro das STEM ou das STEAM não dependem de projetos, mas de ciência, estas áreas serão muito importantes para continuarmos a desenvolver as ciências, as Tecnologias, a digitalização da escola e a Autonomia e Flexibilidade Curricular no Ensino.

5.3. Pontos fortes e limitações do estudo

Como se comprova ao longo deste estudo, a tecnologia é inseparável da ciência na atualidade. As características que se valorizavam no ensino tradicional, como a informação fechada, desenvolvimento do ensino e da aprendizagem em contextos inflexíveis e de extrema individualidade deixaram de ser importantes na escola atual. Todas as áreas do conhecimento apresentam informações, progresso científico e recursos digitais de acesso fácil para qualquer pessoa ligada à Internet em qualquer parte do mundo. O mais importante é saber como aceder à informação adequada, ter proficiência para avaliar a informação que se encontra disponível, pensar e aprender a usá-la com a participação do maior número possível de pessoas, em cooperação e com utilidade. No entanto, importa considerar que há momentos em que é mais importante usar a criatividade, enquanto noutros é fundamental o uso da resolução de problemas, participar em projetos de dimensão nacional ou internacional, recorrer a recursos digitais disponíveis em qualquer parte do mundo, notícias de jornais e revistas impressos na web. Atualmente, o acesso fácil, rápido e simples à informação em qualquer lugar do mundo é fácil e pouco dispendioso, estimulando a produtividade e a competitividade a nível europeu e mundial.

Assim, podemos concluir que todos sabemos que é difícil desenvolver uma cultura profissional de cooperação, mas que também é muito comum encontrarmos pessoas a mudar de curso, de profissão, de zona de residência, de país aos 30, 40, 50 anos ou mais porque o seu posto de trabalho foi extinto, porque não estão realizados com a atividade que desempenham ou por um desempenho mais qualificado na profissão. É necessário descobrir desafios mais aliciantes do ponto de vista financeiro ou descobrir vocações mais adequadas a determinado perfil... Não tem idade, está mais ou menos próximo de todos nós e podem existir as mais variadas razões para mudar. Em educação, a reflexão importante a fazer para nos prepararmos todos para o incerto, para mudarmos de rotina sem sentirmos receio e medos da mudança precisamos de uma cultura de exigência e que recompense o esforço para frequentar a universidade e entrar ou qualificar ativos que já estejam no mercado de trabalho.

Tabela 5.1 – Pontos fortes e fracos para o desenvolvimento de um projeto STEM.

Fonte: Tabela realizada pela Investigadora.

Estratégia	Pontos fortes	Pontos fracos
Observação Direta	Aprender a aprender	Atitude defensiva
	Competências digitais	Conhecimento linear
	Conhecimento prático	Conhecimento teórico
	Cooperação	Cultura dominante
	Curiosidade	Educação tradicional
	Desenvolvimento da Autonomia	Exaltação do trabalho individual
	Equipas educativas	Foco nos resultados
	Flexibilidade Curricular	Insegurança
	Incentivo à criatividade	Medo da exposição
	Modelo para a inovação	Medo do julgamento dos outros
	Participação ativa na aprendizagem	Participação dominada pelo medo
	Pensamento crítico	Pensamento único
	Perseverança	Pensamentos automáticos
	Resolução de problemas complexos	Personalização do ensino
	Saber científico	Prioridade do desempenho do professor
	Saber técnico	Resistência ao trabalho colaborativo
	Saber tecnológico	Resistência ao trabalho de equipa
	Segurança no trabalho	
	Sistemas escolares estáticos	

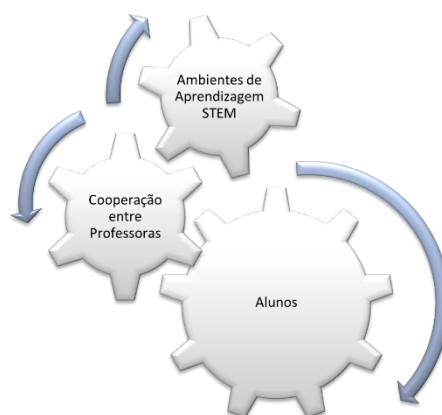


Figura 5.1 – Criar e inovar com STEM.

Fonte: Esquema realizado pela Investigadora.

As transformações no ensino das ciências têm que aumentar as competências digitais de modo integrado e passar pelo esforço de todos. Um dos resultados mais relevantes desta investigação indica que as competências digitais devem estar ao alcance de todos e serem desenvolvidas de baixo para cima, isto é, “bottom up” reforçando assim a influência da ciência e da tecnologia nas escolas. As matrizes dos currículos escolares em todas as áreas do conhecimento e do saber estarão muito reforçadas com a aposta de ambientes digitais com dimensão inclusiva, porque estes recursos transferem um caráter instrumental e de suporte à aprendizagem em todos os níveis de escolaridade.

6. Referências Bibliográficas

- Azoulay, A., & Mlambo-Ngcuka, P. (2019, de fevereiro de). Mensagem conjunta de Audrey Azoulay, Diretora-Geral da UNESCO, e Phumzile Mlambo –Ngcuka, Diretora-Executiva da ONU-Mulheres, por ocasião do Dia Internacional das Mulheres e das Raparigas na Ciência. *Dia Internacional das Mulheres e das Raparigas na Ciência*. Dia Internacional das Mulheres e das Raparigas na Ciência, Paris.
<https://en.unesco.org/commemorations/womenandgirlinscienceday>
- Bernardo, L. M. (2013). *Cultura Científica em Portugal | Uma Perspetiva Histórica* (1.ª edição). U. Porto editorial. <https://edicoes.up.pt/livro/show/545>
- Brown, R., Elwes, R., Fathauer, R., Haigh, J., Perry, D., & Pommersheim, J. (2018). *30 Second Math* (Richard Brown). Jacarabá.
- Bynum, W. (2018). *Breve História da Ciência—Os cientistas e as descobertas que mudaram o nosso mundo* (2.ª edição:setembro, 2018). Clube do autor. <https://www.clubedoautor.pt>
- Carvalho, A. A. A. (2020). *Aplicações para dispositivos móveis e estratégias inovadoras na educação* (1.ª edição). © 2020 Ministério da Educação | DGE; © 2020 Ministério da Educação | DGE.
- Caseiro, A., Domingos, A., Matos, J. M., Santos, F. L., Almeida, M., Teixeira, P., & Machado, R. (2018). *Atas do XXIX Seminário de Investigação em Educação Matemática*. APM (Associação de Professores de Matemática).
- Coelho, A., Almeida, C., Ledesma, F., Botelho, L., & Abrantes, P. (2016). *Iniciação à Programação no 1.º Ciclo do Ensino básico | Linhas Orientadoras para a Robótica*. ANPRI.
- Correia, R. (2020). *Cá Dentro—O lugar da Escola Nos Nossos Miúdos* (1.ª edição). Guerra e Paz, Editores, S.A. <https://www.wook.pt/livro/ca-dentro-o-lugar-da-escola-nos-nossos-miudos-rui-correia/24258609>
- Cosme, A. (2018). *Autonomia e Flexibilidade Curricular Propostas e Estratégias de Ação* (1.ª edição). Porto Editora. <https://www.portoeditora.pt/produtos/ficha/autonomia-e-flexibilidade-curricular/22208776>

- Costa, M. C. O. da. (2019). *Promover o desenvolvimento profissional de professores através da integração curricular das STEM* [Faculdade de Ciências e Tecnologias da Universidade Nova de Lisboa]. <https://run.unl.pt/handle/10362/91581>
- Coutinho, C. P. (2015). *Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas* (2.ª). Edições Almedina S.A.
- Cunha, P. D. (1996). *Ética na Educação* (1.ª Edição). Universidade Católica.
- Domingos, P. (2017). *A revolução do algoritmo mestre como a aprendizagem automática está a mudar o Mundo* (1.ª edição). Editorial Presença. https://www.bertrand.pt/livro/a-revolucao-do-algoritmo-mestre-pedro-domingos/20140066?gclid=Cj0KCQjw6cHoBRDdARIsADiTTza6S5xV8tNomp2dXqicEuosfWBE4XX74dnP7T99U5eAo8eXqvyZKC0aAsL_EALw_wcB
- Decreto—Lei n.º 55/2018.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/AFC/dl_55_2018_afc.pdf
- Decreto-Lei n.º54. <https://dre.pt/application/conteudo/115652961>
- Educação, M. da. (2017, agosto de). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Direção Geral de Educação. <http://www.dge.mec.pt/noticias/perfil-dos-alunos-saida-da-escolaridade-obrigatoria>
- Evans, D. (2019, January 10). Science Teachers and the Course Forward for STEM Education [https://www.nsta.org/default.aspx]. *NSTABlog*.
<http://nstacommunities.org/blog/2019/01/10/science-teachers-and-the-course-forward-for-stem-education/>
- Fernandes, D. (n.d.-a). *Avaliação Das Aprendizagens: Desafios às Teorias, Práticas e Política*.
- Fernandes, D. (n.d.-b). *Avaliações Externas e Melhoria das Aprendizagens dos Alunos: Questões Críticas de uma Relação (Im)Possível*.
- Fiolhais, C. (1994). *Universo, Computadores e Tudo o Resto* (1.ª edição, Vol. 1–64). Gradiva Publicações, S.A. <https://www.gradiva.pt/catalogo/13604/universo-computadores-e-tudo-o-resto>

- Fiolhais, C. (2011). *A Ciência em Portugal* (1.^a edição, Vol. 10). Relógio de D'Água Editores. <https://www.ffms.pt/FileDownload/37cdc9ae-33d3-4d71-aa3d-fd269b4aeceb/a-ciencia-em-portugal>
- Fiolhais, C. (2018). *Carlos Fiolhais: Arte de Criar Paixão Pela Ciência—Diálogo com José Jorge Letria* (1.^a Edição). Sociedade Portuguesa de Autores (SPA). <https://www.wook.pt/livro/carlos-fiolhais-a-arte-de-criar-paixao-pela-ciencia-jose-jorge-letria/22267703>
- Foer, F. (2018). *Mundo sem Mente | A Ameaça Existencial da Alta Tecnologia* (1.^a edição, Vol. 1–8173). Circulo de Leitores. <https://www.bertrand.pt/livro/mundo-sem-mente-franklin-foer/21391402>
- Gaio Alves, M., Xavier Gomes, E., Domingos, A., & Manuel Matos, J. (2018). *Investigação, Educação e Desenvolvimento... Revisitar o Pensamento de Teresa Ambrósio* (1.^a edição). Edições Colibri/UIED FCT-UNL. <http://www.edi-colibri.pt/Detalhes.aspx?ItemID=2243>
- Gomes, A., & Santos, J. (2019). *Algoritmia, Programação e Robótica* (1.^a Edição). FCA Editora de Informática. <https://www.fnac.pt/Algoritmia-Programacao-e-Robotica-Alexandre-Gomes/a6742455>
- Harari, Y. N. (2018). *21 Lições para o Século XXI* (1.^a edição). Edições Elsinore. https://www.bertrand.pt/livro/21-licoes-para-o-seculo-xxi-yuval-noah-harari/22008278?utm_source=Search&utm_medium=Google&utm_campaign=21%20Lições%20para%20o%20Século%20XXI&utm_content=21%20Lições%20para%20o%20Século%20XXI&gclid=EAIaIQobChMIy9DywZLg7AIVQbTtCh2ysgqiEAAYASAAEgLf5fD_BwE
- Harari, Y. N. (2020). *Sapiens de Animais a Deus* (23.^a edição). Lisboa. <https://elsinore.pt/catalogo?q=sapiens>
- INCoDe.2030 (2017). *No Clência'17*. 31. https://www.incode2030.gov.pt/sites/default/files/2018_04_26_brochura_incode_web_003_0.pdf
- Instruments, T. (2011). *TI-Innovator Technology Guidebook*. <https://education.ti.com/pt/products/micro-controller/ti-innovator-rover>
- L'Ecuyer, C. (2016). *Educar na curiosidade* (18.^o edição em Espanha). Planeta. <http://www.planeta.pt/livro/educar-na-curiosidade-2>

- Marôco, J., Gonçalves, C., Lourenço, V., & Mendes, R. (2016). *Portugal Volume I Literacia Científica, Literacia de Leitura & Literacia Matemática*. www.iave.pt. <http://iave.pt/index.php/estudos-internacionais/pisa/apresentacao>
- Merrit, B., & Tuckey, S. (2005). *Worksshop for Science Minors*. <https://www.aaas.org/programs/project-2061>
- Niza, S. (2012). *Sérgio Niza. Escritos sobre educação* (1.^a edição). Tinta-da-china. <http://www.tintadachina.pt/book.php?code=6c2683aa9917825d8cd80e50acfdc09e&tcsid=c57b55367cf2f832c15db3f573749ba9>
- Novak, J. D., & Giwin, D. B. (1998). *Aprender a aprender*. Plátano.
- Nóvoa, A. S. da. (n.d.). Discurso do Presidente da Comissão Organizadora das Comemorações do Dia de Portugal, de Camões e das Comunidades Portuguesas, Prof. Doutor António Sampaio da Nóvoa | Intervenções—10 de Junho—Dia de Portugal, de Camões e das Comunidades Portuguesas». In *Wikipedia*. https://pt.wikipedia.org/wiki/António_Sampaio_da_Nóvoa#cite_note-discurso-22
- Nóvoa, A. S. da. (2012, June 10). *Discurso do Presidente da Comissão Organizadora das Comemorações do Dia de Portugal, de Camões e das Comunidades Portuguesas Prof. Doutor António Sampaio da Nóvoa | Intervenções—10 de Junho—*. [Dia de Portugal, de Camões e das Comunidades Portuguesas]. https://pt.wikipedia.org/wiki/António_Sampaio_da_Nóvoa#cite_note-discurso-22
- OECD, P. (2018). *OECD Home Newsroom Portugal deve melhorar a educação de adultos para fomentar o crescimento e a coesão social* [OECD]. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264298705-en>. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264298705-en>
- Oxford, U. P. (2013). *Science for All Americans Education for a changing future* [2013 AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE]. Science for All Americans Education for a changing Future. <http://www.project2061.org/publications/sfaa/>
- Paiva, R. (2020). *Ensino o seu Filho a Pensar* (1.^a edição). Manuscrito editora. <https://www.bertrand.pt/livro/ensine-o-seu-filho-a-pensar-renato-paiva/24190069>
- Roldão, M. do C., Peralta, H., & Martins, I. P. (2017). *Curriculo do Ensino Básico e do Ensino Secundário para a Construção de Aprendizagens Essenciais Baseadas no Perfil dos Alunos*.

Direção Geral de Educação | DGE.
https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/ae_documento_enquadrador.pdf

Sautoy, M. du. (2020). *O Código da Criatividade | Como a Inteligência Artificial está a aprender a escrever, a pintar e a pensar* (1.^a edição). Circulo de Leitores.
<https://www.goodreads.com/book/show/43382084-the-creativity-code>

Sequeira, M. M. de, & Codices, N. (2016). *Cria o Teu Jogo de Computador* (1.^a edição). Manuscrito.
<http://www.manuscrito.pt/>

Sousa, A., Fiolhais, C., Thevenot, C., & Crato, N. (2011). *Conferência Internacional da Matemática Ensino: Questões e soluções* (Fundação Calouste Gulbenkian).
http://bibliografia.bnportugal.gov.pt/bnp/bnp.exe/q?mfn=149825&qf_AU==CONFERENCIA%20INTERNACIONAL%20ENSINO%20DA%20MATEMATICA.%20LISBOA.%202008

Trindade, R., & Cosme, A. (2010). *Educar e Aprender na Escola | Questões, Desafios e Respostas Pedagógicas: Vol. Desenvolvimento Profissional de Professores* (1.^a Edição). Fundação Manuel Leão.
<http://edx.dge.mec.pt/asset-v1:DGE+PAFC+PAFC+type@asset+block/educar-e-aprender-na-escola.pdf>

Valente, A. C., Pereira, I. B., & Correia, I. (2016). *Opção dos Jovens por Percursos Educativos e Formativos em Tecnologias de Informação, Comunicação e Eletrónica: Perceções, Bloqueios e Fatores Facilitadores*. (1.^a Edição, Lisboa, maio de 2016, Vol. 1–2). Editorial do Ministério da Educação e Ciência.

Vieira, R. M., Vieira, C. T., & Martins, I. P. (2011). *A Educação em Ciências com Orientação CTS*. Editora Areal.

Wikipédia. (2019). Sistemas dinâmicos. In *Wikipédia*. https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_dinamico

Anexos

- **Aprendizagens Essenciais - Ensino Básico**

As Aprendizagens Essenciais (AE) referentes ao Ensino Básico são homologadas pelo [Despacho n.º 6944-A/2018, de 19 de julho](#).

<http://www.dge.mec.pt/aprendizagens-essenciais-ensino-basico>.

- **Currículo Nacional - DL 139/2012**

(Em vigor de acordo com o previsto no artigo 38.º do [Decreto-Lei n.º 55/2018](#), de 6 de julho)

<http://www.dge.mec.pt/matriz-curricular-do-1o-ciclo>

- **Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória**

O Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória, homologado pelo Despacho n.º 6478/2017, 26 de julho, afirma-se como referencial para as decisões ...

https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Projeto_Autonomia_e_Flexibilidade/perfil_dos_alunos.pdf

**Autonomia
e Flexibilidade
CURRICULAR**



<http://www.dge.mec.pt/curriculo-nacional-dl-552018>

As atividades práticas, experimentais e a resolução de problemas no Projeto STEM foram desenvolvidas a partir dos Manuais do Estudo do Meio, Matemática e da Iniciação à Programação e Robótica. Todos estes recursos consideravam a manipulação de diferentes materiais, o registo de observações, resultados e a elaboração de conclusões.

As estratégias de trabalho investigativo integravam os conhecimentos apreendidos, estabelecendo relações com outras componentes curriculares e orientavam os alunos nos passos fundamentais de: Interpretar, planear, resolver e verificar.

- **Realizar experiências com a eletricidade** | Como se Produz eletricidade por fricção? | Manual 4.º Ano Estudo do Meio, A Grande Aventura, Texto pág. 147.

REALIZAR EXPERIÊNCIAS COM A ELETRICIDADE

INVESTIGA

Como se produz eletricidade por fricção?

A **eletricidade estática** é uma forma de eletricidade que se obtém ao friccionar alguns materiais.

1 De que vou precisar

- 1 balão
- Açúcar
- Pedaços de papel fino
- Camisola de lã

2 Como vou fazer

- Espalha os pedacinhos de papel e o açúcar em cima de uma mesa.
- Enche o balão, dá-lhe um nó e esfrega-o várias vezes na tua camisola, sempre no mesmo sentido.

3 A minha previsão







- O que **pensas** que vai acontecer quando aproximares o balão dos papelinhos, sem lhes tocar? E quando o aproximares do açúcar?

4 O que verifico

- Regista** o que verificas ao aproximar o balão dos papelinhos e do açúcar.

5 O que concluo

- Regista** as tuas conclusões, completando as afirmações.
Ao esfregar o _____ na camisola este ficou carregado de eletricidade estática e, por isso, atrai alguns materiais. A eletricidade _____ é uma forma de eletricidade que se obtém ao friccionar alguns materiais.
- Além da eletricidade estática, existe eletricidade em vários objetos que usas no dia a dia. **Identifica** os objetos que necessitam de **energia elétrica** para funcionar.

- Que critério usaste na tua resposta? Deves ter reparado que os objetos que funcionam a energia elétrica têm uma ficha para tomada, painel solar, pilhas ou baterias.

147

- **Simulador PhET:**

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/balloons-and-static-electricity

- **Realizar experiências com a eletricidade** | Descobre como fazer acender uma lâmpada | Manual 4.º Ano Estudo do Meio, A Grande Aventura, Texto pág. 148.



INVESTIGA

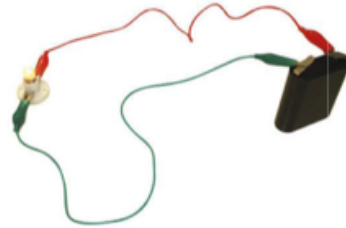
Descobre como fazer acender uma lâmpada

1 De que vou precisar

- 1 lâmpada (1,5 W)
- 2 fios metálicos com pontas de crocodilo
- 1 suporte para lâmpadas
- 1 pilha (4,5 V)

2 Como vou fazer

- Monta um circuito fechado como o da imagem e tenta acender a lâmpada!



3 A minha previsão

- O que **pensas** que vai acontecer quando ligares a lâmpada com os fios à pilha?

4 O que verifico

- Desenha** a tua montagem e regista o que verificaste.

5 O que concluo

- Regista** as tuas conclusões, completando a frase com as palavras: lâmpada, metálicos, circuito, pilha.
A lâmpada acendeu porque consegui montar um _____ elétrico fechado.
A corrente elétrica circulou pelos fios _____ desde a pilha até à _____ e voltou novamente à _____, fechando assim o circuito.

Normas gerais de segurança

- Nunca deves abrir uma pilha pois contém substâncias perigosas.
- Para fazeres experiências com eletricidade, deves usar apenas pilhas de baixa tensão (1,5 V a 4,5 V).
- Ao manusear lâmpadas, não toques na parte metálica.
- Deitar as pilhas usadas no pilhão.



Atenção!



- **Simulador PhET:**

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab

- Realizar experiências com a eletricidade | Que materiais são bons condutores de corrente elétrica? | Manual 4.º Ano Estudo do Meio, A Grande Aventura, Texto pág. 149.


INVESTIGA


Que materiais são bons condutores de corrente elétrica?

1 De que vou precisar

- 1 lâmpada (1,5 W)
- 3 fios metálicos com pontas de crocodilo
- Objetos variados: rolha, prego, moeda, régua de plástico, mola de madeira, mina de lápis de carvão (grafite), borracha, etc.

2 Como vou fazer

- Monta um circuito como o da imagem **A**.

3 A minha previsão

- O que pensas que vai acontecer quando intercalares os diferentes objetos entre os dois fios (imagem **B**)? Regista.

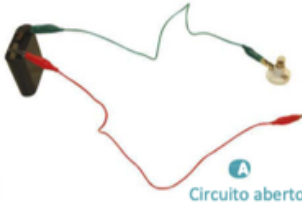
	A lâmpada não acende (mau condutor ou isolante)	A lâmpada acende (bom condutor)
Rolha		
Prego		
Moeda		
Régua (plástico)		
Mola (madeira)		
Grafite		
Borracha		

4 O que verifico

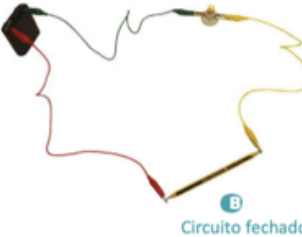
- Regista as tuas observações numa tabela semelhante.

5 O que concluo

- Responde à questão inicial e regista as tuas conclusões, classificando os materiais em bons e maus condutores de corrente elétrica.



A
Circuito aberto



B
Circuito fechado

149

- **Simulador PhET:**


https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/circuit-construction-kit-dc-virtual-lab

- **Iniciação à Programação e Robótica** | Voltinhas - ângulos | Manual 3.º e 4.º Anos, Vamos Programar, Areal pág. 10.


Voltinhas


A partir de agora vais treinar para programar o teu primeiro Robô. Como sabes andar às voltas pode ser divertido, e isso vai ajudar-te a programar um Robô.


As voltas medem-se em graus.


Uma volta são 360° .

Se deres **uma volta**, ficas virado para o Risca o errado.


Meia volta são 180° , metade de 360° ($\frac{360^\circ}{2}$).

Se deres **meia volta**, ficas virado para o 


Um quarto de volta são 90°  ou 360° a dividir por 4.

Dar **dois quartos** ($\frac{2}{4}$) **de volta** é o mesmo que dar 

Podemos dar voltas para a **esquerda** e para a **direita**.



Esquerda 90°



Direita 90°

A primeira joaninha rodou 90° para a esquerda e a segunda rodou 90° para a direita para chegarem à flor.

© ANA L. ESTRELA

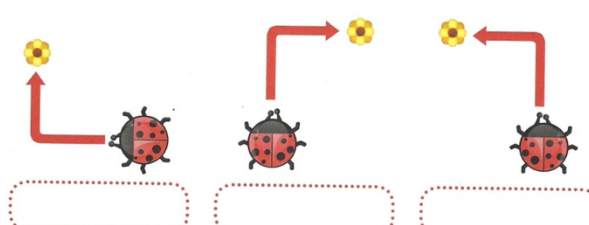
- **Plataforma Scratch:**

<https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted>

- **Iniciação à Programação e Robótica** | Voltinhas - ângulos | Manual 3.º e 4.º Anos, Vamos Programar, Areal pág. 11.

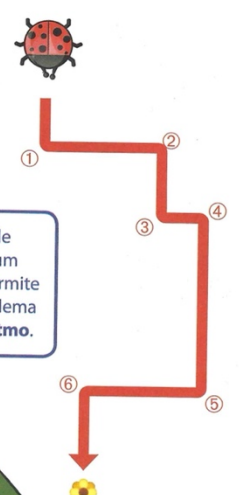
Realiza a tarefa

Preenche os espaços com as palavras: *Esquerda 90°* ou *Direita 90°*.



Quando temos um percurso, ao fim de umas voltas é mais difícil saber para que lado virar. O truque é virares-te no sentido da cabeça da joaninha.


Preenche os espaços com as instruções que permitam à joaninha chegar à flor.



À sequência de instruções de um programa que permite resolver um problema chama-se **algoritmo**.

Sequência de Instruções

- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤
- ⑥



- **Plataforma Scratch:**

<https://scratch.mit.edu/projects/editor/?tutorial=getStarted>

- **Multiplicação** | Manual 4.º Ano Matemática, A Grande Aventura, Texto pág. 26:

multiplicação e divisores

1. Observa a tabela da multiplicação e completa-a.

x	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1											
2		4										
3			9									
4				16								
5					25							
6												
7								56				
8							48				88	
9												
10												
11								88				
12												

1.1 Observa a linha e a coluna assinaladas. A que correspondem os números que lá escreveste?

1.2 Redela todos os números iguais aos que estão na linha e na coluna assinaladas. O que podes concluir acerca desses números?

1.3 Pinta de azul todos os múltiplos de 3 e redela os múltiplos de 6. Regista as tuas conclusões.

- **Simulador PhET:**

https://phet.colorado.edu/sims/html/arithmetic/latest/arithmetic_pt_BR.html

- **Adição E Subtração de Frações** | Manual 4.º Ano Matemática, A Grande Aventura, Texto pág. 93

adição e subtração de frações

2. Depois de observares o exemplo, saiáda o escrevo o resultado na forma de fração e de número decimal.

 $\frac{3}{10} + \frac{5}{10} = \frac{8}{10} = 0.8$	 $\frac{1}{3} + \frac{2}{3} = \frac{3}{3} = 1$	 $\frac{2}{5} + \frac{3}{5} = \frac{5}{5} = 1$
 $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$	 $\frac{2}{10} + \frac{3}{10} = \frac{5}{10} = \frac{1}{2}$	 $\frac{8}{10} + \frac{2}{10} = \frac{10}{10} = 1$
 $\frac{3}{5} - \frac{1}{5} = \frac{2}{5}$	 $3 - \frac{1}{3} = \frac{8}{3}$	 $2 - \frac{1}{3} = \frac{5}{3}$





- **Simulador PhET:**

https://phet.colorado.edu/sims/html/build-a-fraction/latest/build-a-fraction_en.html

- **Frações Decimais** | Manual 4.º Ano Matemática, A Grande Aventura, Texto pág. 94

FRAÇÕES DECIMAIS

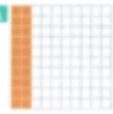
1. Regista a fração decimal e o número decimal que representam a parte colorida de cada figura.

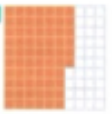
A  **B**  **C**  **D** 

$\frac{5}{10} = 0,5$ $\frac{\square}{\square} = \square$ $\frac{\square}{\square} = \square$ $\frac{\square}{\square} = \square$

1.1 Escreve os números decimais representados acima, por ordem crescente.

2. Observa as figuras e indica o valor correspondente às partes coloridas. O quadrado representa a unidade.

A  $\frac{20}{100} = \frac{2}{10} = 0,2$

B  $\frac{\square}{\square} = \frac{\square}{\square} = \square$

- **Simulador PhET:**

<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/fraction-matcher>



2020

Maria Amália Velez Antão Roque

AS STEM NO 1.º CEB | O LABORATÓRIO COMO RECURSO E ESTRATÉGIA