

TD

**Clube de Robótica da
Escola Secundária de Francisco Franco**
Estudo Etnográfico

TESE DE DOUTORAMENTO

António Firmino Teixeira Madeira Lobo

DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO,
ESPECIALIDADE DE INOVAÇÃO PEDAGÓGICA



UNIVERSIDADE da MADEIRA

A Nossa Universidade

www.uma.pt

setembro | 2019

**Clube de Robótica da
Escola Secundária de Francisco Franco
Estudo Etnográfico**

TESE DE DOUTORAMENTO

António Firmino Teixeira Madeira Lobo

DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO,
ESPECIALIDADE DE INOVAÇÃO PEDAGÓGICA

ORIENTAÇÃO

Carlos Manuel Nogueira Fino



UNIVERSIDADE da MADEIRA

Faculdade de Ciências Sociais

Departamento de Ciências da Educação

Doutoramento em Ciências da Educação – Especialidade de Inovação Pedagógica

Tese de Doutoramento

Clube de Robótica da Escola Secundária de Francisco Franco

Estudo Etnográfico

Apresentada à Universidade da Madeira para a obtenção do grau de Doutor

António Firmino Teixeira Madeira Lobo

Sob a orientação do Professor Doutor Carlos Manuel Nogueira Fino

FUNCHAL – 2019

Agradecimentos

A gratidão é o único tesouro dos humildes.

William Shakespeare

Ao Professor Doutor Carlos Nogueira Fino, meu orientador, agradeço o acompanhamento crítico, pela grande disponibilidade sempre manifestada e também pela paciência de ter esperado (tanto!).

À Professora Doutora Jesus Maria de Sousa agradeço o incentivo e o encorajamento, que se manifestaram para lá das meras palavras.

À Secretaria Regional da Educação pela concessão da Equiparação a Bolseiro no ano letivo 2018/2019.

Aos membros do projeto SPAR que observei de perto e que comigo cooperaram ao longo de muitos meses, anos, a todos agradeço a preciosa colaboração e a todos dirijo uma palavra de apreço e a admiração.

Ao colega Carlos, corresponsável pelo projeto, pelas úteis informações que só ele me podia dar.

À colega Julleett, pelos preciosos dados que me forneceu sobre o passado escolar e pessoal de dois dos protagonistas deste estudo.

Um agradecimento muito especial ao Jorge, o coordenador do projeto, que foi como que um *alter ego* do investigador, permitindo-lhe ter ao seu dispor um “consultor técnico” para o socorrer nas crescentes complexidades dos projetos do SPAR e, em simultâneo, um privilegiado vértice na triangulação sistemática da interpretação de significados, operação recorrente nesta investigação.

Aos meus poucos familiares, a quem paulatinamente fui roubando o nosso tempo, pelo forte apoio e pela generosa tolerância à *neura da tese*.



1

Há escolas que são gaiolas e há escolas que são asas.

Escolas que são gaiolas existem para que os pássaros desaprendam a arte do vôo. Pássaros engaiolados são pássaros sob controle. Engaiolados, o seu dono pode levá-los para onde quiser. Pássaros engaiolados sempre têm um dono. Deixaram de ser pássaros. Porque a essência dos pássaros é o vôo.

Escolas que são asas não amam pássaros engaiolados. O que elas amam são pássaros em vôo. Existem para dar aos pássaros coragem para voar. Ensinar o vôo, isso elas não podem fazer, porque o vôo já nasce dentro dos pássaros. O vôo não pode ser ensinado. Só pode ser encorajado.

Rubem Alves

¹ Imagem – cortesia de obviousmag.org.

Resumo

Este estudo incide sobre a atividade de um clube escolar de robótica de uma escola localizada no centro urbano da cidade do Funchal, a Escola Secundária de Francisco Franco.

Através de uma metodologia etnográfica, procurou-se caracterizar a cultura e a dinâmica pedagógica emergentes deste ambiente de aprendizagem saturado de tecnologia e de ideias criativas. A discussão subjacente teve como pano de fundo a criação de contextos de aprendizagem construtivistas / construcionistas, bem como o papel que a tecnologia pode ter enquanto motor da inovação pedagógica.

A tese divide-se em duas partes. Na primeira faz-se a revisão da literatura, discutindo-se os temas da aprendizagem, da inovação pedagógica e do papel das tecnologias avançadas na criação de novos contextos de aprendizagem. Na segunda parte discute-se a metodologia do estudo empírico, caracteriza-se o *locus* da investigação (a escola e o clube) e descreve-se e interpreta-se a cultura emergente da dinâmica dos participantes daquele projeto de natureza extracurricular.

Palavras-chave:

Projeto de robótica, contextos de aprendizagem, inovação pedagógica, tecnologia, criatividade.

Abstract

This study focuses on the activity of a robotics school club of a school located in the urban center of Funchal, Escola Secundária de Francisco Franco.

Through an ethnographic methodology, we sought to characterize the culture and the pedagogical dynamics emerging from this learning environment saturated with technology and creative ideas. The underlying discussion was set against the background of constructivist / constructionist learning contexts, as well as the role that technology can play as a driver of pedagogical innovation.

The thesis is divided into two parts. In the first, the literature is reviewed, discussing the themes of learning, pedagogical innovation and the role of advanced technologies in the creation of new learning contexts. The second part discusses the methodology of the empirical study, characterizes the locus of the investigation (the school and the club) and describes and interprets the emerging culture of the dynamics of the participants of that extracurricular project.

Keywords:

Robotics project, learning contexts, pedagogical innovation, technology, creativity.

Résumé

Cette étude se concentre sur l'activité d'un club de robotique d'une école secondaire située dans le centre urbain de Funchal, Escola Secundária de Francisco Franco.

À travers une méthodologie ethnographique, nous avons cherché à caractériser la culture et les dynamiques pédagogiques émergeant de cet environnement d'apprentissage saturé de technologies et d'idées créatives. La discussion sous-jacente s'inscrit dans les contextes d'apprentissage constructivistes / constructionnistes, ainsi que du rôle que la technologie peut jouer en tant que moteur de l'innovation pédagogique.

La thèse est divisée en deux parties. Dans la première, la littérature est passée en revue, abordant les thèmes de l'apprentissage, de l'innovation pédagogique et du rôle des technologies de pointe dans la création de nouveaux contextes d'apprentissage. La deuxième partie traite de la méthodologie de l'étude empirique, caractérise le lieu de l'enquête (l'école et le club) et décrit et interprète la culture émergente de la dynamique des participants à ce projet parascolaire.

Mots-clés:

Projet de robotique, contextes d'apprentissage, innovation pédagogique, technologie, créativité.

Resumen

Este estudio se centra en la actividad de un club escolar de robótica de una escuela ubicada en el centro urbano de Funchal, la Escuela Secundaria Francisco Franco.

A través de una metodología etnográfica, intentamos caracterizar la cultura y la dinámica pedagógica que emerge de este entorno de aprendizaje lleno de tecnología e ideas creativas. La discusión subyacente tuvo cómo punto de partida la creación de entornos de aprendizaje constructivista / constructivista, así como el papel que la tecnología puede desempeñar como motor de la innovación pedagógica.

La tesis se divide en dos partes. En la primera, se revisa la literatura, discutiendo los temas de aprendizaje, la innovación pedagógica y el papel de las tecnologías avanzadas en la creación de nuevos contextos de aprendizaje. La segunda parte discute la metodología del estudio empírico, caracteriza el lugar de investigación (la escuela y el club), y describe e interpreta la cultura emergente de la dinámica de los participantes de ese proyecto extracurricular.

Palabras clave:

Proyecto de robótica, contextos de aprendizaje, innovación pedagógica, tecnología, creatividad.

Sumário

Agradecimentos	iii
Resumo.....	vii
Abstract	viii
Résumé.....	ix
Resumen.....	x
Sumário	xi
Índice de figuras	xv
Índice de tabelas	xviii
Lista de abreviaturas e siglas.....	xix
INTRODUÇÃO	1
1. Motivação para este estudo	1
2. Principais referenciais teóricos.....	4
3. Objetivo do estudo	6
4. Organização da tese	7
PARTE I – MATRIZ TEÓRICO-CONCEPTUAL	9
Capítulo 1. BREVE DISCUSSÃO SOBRE A APRENDIZAGEM.....	11
1.1. Behaviorismo.....	12
1.2. Cognitivismo.....	14
1.3. Piaget e a teoria genética da aprendizagem	14
1.4. Vygotsky e a teoria socioconstrutivista da aprendizagem.....	17
1.5. Construcionismo de Papert.....	22
1.6. A teoria da aprendizagem situada de Lave e Wenger	32
1.7. A aprendizagem enquanto processo metacognitivo	43
Capítulo 2. A PREMÊNIA DA INOVAÇÃO PEDAGÓGICA.....	47
2.1. Necessidade de mudança.....	47
2.2. Inovação pedagógica	55
2.3. Inovação e tecnologia	65
Capítulo 3. TECNOLOGIAS AVANÇADAS E NOVOS CONTEXTOS DE APRENDIZAGEM	73
3.1. Conceitos essenciais de robótica	75
3.1.1. Robôs.....	75
3.1.2. Os robôs Lego Mindstorms	79
3.1.3. Robótica submarina	81

3.1.4. Drones	85
3.2. Robótica educativa.....	87
3.2.1. Os eventos de robótica	89
3.3. Impressão 3D.....	93
3.4. O valor pedagógico da programação	98
3.5. Aprender programação com objetos tangíveis.....	104
3.6. Artefactos tecnológicos e contextos construcionistas.....	112
3.6.1. Micromundos, LOGO e Scratch	116
3.6.2. A brincadeira de Anne Frank.....	124
3.6.3. Lifelong Kindergarten	127
3.6.4. As <i>fab lab</i> e a terceira geração digital	130
3.7. Ciberespaço, cibercultura e trabalho colaborativo	133
PARTE II – ESTUDO EMPÍRICO	137
Capítulo 4. METODOLOGIA.....	139
4.1. Objeto e questões de partida deste estudo.....	139
4.2. Paradigma: um farol para a investigação em educação	139
4.3. Metodologia etnográfica.....	145
4.3.1. Etnografia e observação participante	154
4.3.2. A opção metodológica.....	156
4.3.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados	161
4.3.3.1. Diário de campo	162
4.3.3.2. Observação participante	165
4.3.3.3. Entrevistas	170
4.3.3.4. Documentos	174
4.3.4. Técnicas de tratamento e análise dos dados	176
4.3.4.1. Categorização	177
4.3.4.2. Triangulação	181
4.4. Questões éticas em investigação etnográfica.....	187
4.5. Condições particulares do investigador face ao objeto de estudo.....	188
Capítulo 5. CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO	191
5.1. Considerações (informais) sobre a recolha e o tratamento de dados.....	191
5.2. Singularidades do <i>locus</i> de investigação	193
5.2.1. Breve historial da Escola Secundária de Francisco Franco.....	193
5.2.2. A ESFF e o Ensino Profissional	197

5.2.3.	A Sala de Projetos de Automação e Robótica	200
5.2.3.1.	A gênese	200
5.2.3.2.	Arranque definitivo do projeto, em 2007	201
5.2.3.3.	O símbolo do projeto SPAR	202
5.2.3.4.	Consolidação do projeto	204
5.2.3.5.	A sala do SPAR	207
5.2.3.6.	Funcionamento e viabilidade de observação.....	209
5.3.	Forma de exposição da informação – ainda uma questão de método.....	211
Capítulo 6.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO	215
6.1.	Síntese do primeiro período de trabalho de campo	215
6.2.	A voz e a ação dos protagonistas	217
6.2.1.	Duarte – o estudante que nunca estudou	217
6.2.2.	Tiago, Énio e Fábio – um trio afinado.....	251
6.2.3.	Nuno – sempre achou que não tinha capacidades	262
6.2.4.	Os risonhos.....	272
6.2.5.	Eliano – pelo silêncio se move.....	279
6.2.6.	Alexandre e Herculano – parceria perfeita	286
6.2.7.	David – antes do SPAR, o meu limite era ser empregado de mesa!	303
6.2.8.	A voz do professor Carlos, coordenador “auxiliar”	326
6.2.9.	A voz do coordenador e fundador do projeto, o professor Jorge.....	330
6.2.9.1.	Triangulação de dados e de pontos de vista	330
6.3.	Categorização e síntese de resultados.....	341
6.3.1.	Categoria 1 - Motivações para o ingresso no SPAR.....	344
6.3.2.	Categoria 2 - Contexto	347
6.3.3.	Categoria 3 - Papel do coordenador	351
6.3.4.	Categoria 4 - Papel dos pares	357
6.3.5.	Categoria 5 - Aprendizagens / competências.....	360
6.3.6.	Categoria 6 - Emoções / sentimentos experienciados	364
6.3.7.	Categoria 7 - Socialização do conhecimento.....	367
6.4.	Considerações finais e recomendações	369
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	377
	DOCUMENTAÇÃO DE APOIO	399
	Apêndices	399
	Anexos	400

Índice de figuras

FIGURA 1 - DIMENSÕES DA PRÁTICA COMO PROPRIEDADE DE UMA COMUNIDADE. (ADAPTADO DE WENGER, 1998, P. 73).	34
FIGURA 2 - MATRIZ DA APRENDIZAGEM. (ADAPTADO DE NOVAK E GOWIN, 1999, P. 24)	45
FIGURA 3 - COMPETÊNCIAS PARA AS NOVAS GERAÇÕES. (FONTE: FIGUEIREDO, 2017, P. 327)	50
FIGURA 4: MOTORES, SENSORES E I-BRICK DO KIT LEGO MINDSTORMS NXT (FONTE: MINDSTORMS.LEGO.COM)	79
FIGURA 5 - PEQUENOS ROV DE OBSERVAÇÃO (FONTE: SEATREPID)	82
FIGURA 6 - AUV E CONJUNTO DE COMPONENTES STANDARD (FONTE: US NAVY)	82
FIGURA 7 - SUBMERGÍVEL BÁSICO DO EDUROVs (FONTE: OOM)	83
FIGURA 8 - DINÂMICA DO VOO DE UM DRONE (FONTE: ZHAO E GO, 2014 P. 1338)	86
FIGURA 9 - ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO ADITIVA (FONTE: CAMPBELL <i>ET AL.</i> , 2011)	94
FIGURA 10 - OS DOMÍNIOS DE INTERSEÇÃO DO ARTESANATO ALGORÍTMICO	97
FIGURA 11 - MINIDRONE PARROT MAMBO	107
FIGURA 12 - INTERFACE DO TYNKER (FONTE: HTTPS://EDU.PARROT.COM/APPS.HTML)	107
FIGURA 13 - EQUIPA SPAR COM O SEU ROBÔ, NA ROBOPARTY	227
FIGURA 14 - DUARTE DURANTE A VISITA AO BOM JESUS	227
FIGURA 15 - MODELAÇÃO 3D - I	241
FIGURA 16 - MODELAÇÃO 3D - II	241
FIGURA 17 - MODELAÇÃO 3D - III	241
FIGURA 18 - MODELAÇÃO 3D - IV	241
FIGURA 19 - ROBÔ COM AS PEÇAS PRODUZIDAS NA IMPRESSORA 3D	241
FIGURA 20 - DESENHO DA PLACA - I	243
FIGURA 21 - DESENHO DA PLACA - II	244
FIGURA 22 - PLACA COM COMPONENTES	244
FIGURA 23 - ROBÔ FUTEBOLISTA COM TODAS AS PLACAS ELETRÓNICAS	244
FIGURA 24 - TIAGO MELHORANDO O FUNCIONAMENTO DA IMPRESSORA 3D	252
FIGURA 25 - NUM PRIMEIRO MOMENTO, O TIAGO APRESENTA A IMPRESSORA 3D	254
FIGURA 26 - ATENTO ÀS QUESTÕES, PREPARA-SE PARA RESPONDER	254
FIGURA 27 - DEMONSTRAÇÃO DA IMPRESSORA 3D NO EVENTO CIÊNCIA NO MERCADO	254
FIGURA 28 - APÓS TRÊS ANOS, A PRUSA DO TIAGO AINDA SE MANTÉM FUNCIONAL	256
FIGURA 29 - OBJETO DE IMPRESSÃO 3D COMPLEXA	256
FIGURA 30 - ÉNIO ATENTO À EXPLICAÇÃO DO COORDENADOR	258
FIGURA 31 - O ÉNIO EXIBINDO O OMNI NUMA DAS SUAS FASES DE DESENVOLVIMENTO	258
FIGURA 32 - O ACOLHEDOR RECANTO DO SOFÁ	260
FIGURA 33 - SOB A ORIENTAÇÃO DO COORDENADOR, O FÁBIO AJUDA O ÉNIO NA SOLDADURA	261
FIGURA 34 - MAIS AUTÓNOMO, O FÁBIO PROGRAMA UM ROBÔ	261
FIGURA 35 - O PRIMEIRO ROBÔ QUE O NUNO DESENVOLVEU – O CUBO DE RUBIK	263
FIGURA 36 - NOTÍCIA DO ENCONTRO DE ROBÓTICA SUBMARINA, NO SITE OFICIAL DO PLOCAN	264
FIGURA 37 - NO SPAR, O NUNO ANALISA A CONSOLA DE COMANDO DO ROV	264
FIGURA 38 – ROV COM A ANTIGA CONSOLA E O NOVO <i>HARDWARE</i>	265
FIGURA 39 - O MÓDULO DE COMANDO E COMUNICAÇÃO	265
FIGURA 40 - ASPETO DA APLICAÇÃO DE CONTROLO DO ROV	266
FIGURA 41 - EQUIPA PORTUGUESA (OOM-SPAR)	266
FIGURA 42 - O NUNO FACILITANDO A EXPERIMENTAÇÃO DO ROV	267
FIGURA 43 - PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO E RESPECTIVOS DESENHOS	268
FIGURA 44 - PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO COM COMPONENTES DISCRETOS	268
FIGURA 45 - ROV EM EXPOSIÇÃO NA SEMANA DAS TECNOLOGIAS 2019, ANTES DA VIAGEM A LAS PALMAS	268
FIGURA 46 - ENCONTRO DE ROBÓTICA SUBMARINA 2019, LAS PALMAS	269
FIGURA 47 - A SALA DO SPAR TODA PARA O NUNO	270
FIGURA 48 - MONTAGEM DE ROBÔ TODO O TERRENO	270

FIGURA 49 - OS RISONHOS - GRUPO INICIAL COM O SEU ROBÔ <i>ESFFACTORY</i>	272
FIGURA 50 - ROBÔ <i>ESFFACTORY</i>	272
FIGURA 51 - ROBÔ CARREGANDO UM PEQUENO CAIXOTE.....	273
FIGURA 52 - VÁRIAS ATIVIDADES OCORRENDO EM SIMULTÂNEO NO SPAR	273
FIGURA 53 - OS <i>RISONHOS</i> SEGUEM À RISCA O MANUAL DE INSTRUÇÕES	274
FIGURA 54 - O ROBÔ SURPREENDE O FRANCISCO	274
FIGURA 55 - A PROGRAMAÇÃO DO ROBÔ LEGO.....	275
FIGURA 56 - OUTRA FASE DO DESENVOLVIMENTO: A MODELAÇÃO 3D.....	275
FIGURA 57 - ADMIRANDO PEÇAS FABRICADAS NA IMPRESSORA 3D	276
FIGURA 58 - SENSOR DE MOVIMENTO MICROSOFT KINECT.....	279
FIGURA 59 - SEMPRE COM UM SORRISO, O ELIANO FAZ UM “MILAGRE” COM MEMÓRIA RAM	280
FIGURA 60 - O ELIANO NUMA DAS RARAS INTERAÇÕES COM OUTROS PARTICIPANTES	280
FIGURA 61 - O ELIANO DESENVOLVENDO UMA APLICAÇÃO PARA A KINECT	281
FIGURA 62 - A KINECT NUMA DEMONSTRAÇÃO NA ESCOLA DE SANTO ANTÓNIO	282
FIGURA 63 - OUTRO MOMENTO DA DEMONSTRAÇÃO.....	282
FIGURA 64 - MONTAGEM FINAL DE TODOS OS SUBSISTEMAS DO INVERSOR.....	284
FIGURA 65 - CAMPO PARA ROBÔS TODO O TERRENO	286
FIGURA 66 - REGRESSO: COMO SARDINHAS EM LATA.....	286
FIGURA 67 – CRIANÇA CONTROLANDO O ROBÔ COM SMARTPHONE	287
FIGURA 68 - A PISTA E DOIS PROTÓTIPOS TODO O TERRENO	288
FIGURA 69 - CONTROLO DO ROBÔ POR SMARTPHONE	288
FIGURA 70 - DEMONSTRANDO OS ROBÔS FUTEBOLISTAS.....	289
FIGURA 71 - COM CRIANÇAS MAIS PEQUENAS, A DEMONSTRAÇÃO COM AFETO.....	289
FIGURA 72 - MODELAÇÃO 3D – PISTA	291
FIGURA 73 - MODELAÇÃO 3D – PEÇAS DA CAIXA DO ARDUÍNO	292
FIGURA 74 - MODELO 3D – PISTA I	293
FIGURA 75 - MODELO 3D – PISTA II	293
FIGURA 76 - MODELO 3D – PÓRTICO.....	293
FIGURA 77 - MODELO 3D – MICROCONTROLADOR	293
FIGURA 78 - PÓRTICO - I	294
FIGURA 79 - PÓRTICO - II	294
FIGURA 80 - PÓRTICO - III	294
FIGURA 81 - CAIXA DE COMANDO / ARDUÍNO.....	295
FIGURA 82 - OUTRAS PEÇAS CRIADAS POR IMPRESSÃO 3D.....	295
FIGURA 83 - MONTAGEM DO PÓRTICO.....	296
FIGURA 84 - PÓRTICO INSTALADO NA PISTA.....	296
FIGURA 85 - ROBÔ TODO O TERRENO, NA SUA VERSÃO 2019	297
FIGURA 86 - PISTA NA SUA CONFIGURAÇÃO FINAL.....	297
FIGURA 87 - INÍCIO DA PROVA	298
FIGURA 88 - FINAL DA PROVA	298
FIGURA 89 - PROGRAMAÇÃO - EXCERTO	298
FIGURA 90 - DEMONSTRAÇÃO NA “SEMANA”	299
FIGURA 91 - TESTE DE SONARES	299
FIGURA 92 - TESTE DO CRONÓMETRO	299
FIGURA 93 - PISTA MONTADA NUMA MESA VULGAR.....	300
FIGURA 94 - AS CRIANÇAS, UM PÚBLICO MUITO ESPECIAL.....	300
FIGURA 95 - PEÇAS DA IMPRESSORA 3D	303
FIGURA 96 - PRIMEIRAS MONTAGENS DA ESTRUTURA DA IMPRESSORA.....	304
FIGURA 97 - ESTRUTURA PRINCIPAL DA IMPRESSORA 3D.....	304
FIGURA 98 - ESTÁDIO MAIS AVANÇADO DA CONSTRUÇÃO DA IMPRESSORA	304
FIGURA 99 - DAVID E COORDENADOR DISCUTEM PORMENORES DA MONTAGEM	305
FIGURA 100 - A IMPRESSORA 3D ERA O ORGULHO DO SPAR	306
FIGURA 101 - PEQUENAS PEÇAS DE COMPLEXIDADE MÉDIA	309

FIGURA 102 - A CARAVELA – A MAIS SOFISTICADA PEÇA ATÉ ENTÃO IMPRESSA NO SPAR	309
FIGURA 103 - BRAÇO E GARRA ROBÓTICA, TOTALMENTE PRODUZIDOS COM A IMPRESSORA 3D	310
FIGURA 104 - ASPETO DA MONTRA DA TRILAYLERS - I	323
FIGURA 105 - ASPETO DA MONTRA DA TRILAYLERS - II	323

Índice de tabelas

TABELA 1 - VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE DOCUMENTOS EM INVESTIGAÇÃO, SEGUNDO MOREIRA	175
TABELA 2 - AMBIENTE PEDAGÓGICO NA AULA VS PROJETO SPAR.....	229
TABELA 3 - QUADRO DE CATEGORIZAÇÃO.....	343
TABELA 4 - CATEGORIA 1: MOTIVAÇÕES PARA O INGRESSO NO SPAR.....	344
TABELA 5 - CATEGORIA 2: CONTEXTO	347
TABELA 6 - CATEGORIA 3: PAPEL DO COORDENADOR	351
TABELA 7 - CATEGORIA 4: PAPEL DOS PARES.....	357
TABELA 8 - CATEGORIA 5: APRENDIZAGENS / COMPETÊNCIAS	360
TABELA 9 - CATEGORIA 6: EMOÇÕES / SENTIMENTOS EXPERIENCIADOS.....	364
TABELA 10 - CATEGORIA 7: SOCIALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO	367

Lista de abreviaturas e siglas

- 3D - 3 Dimensões, tridimensional
- 3DP - 3D Printing
- AM - Additive Manufacturing
- ARDITI - Associação Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação
- AUV - Autonomous Underwater Vehicles
- BNCC - Base Nacional Comum Curricular (Brasil)
- CAD - Computer Aided Design
- CAM - Computer-Aided Manufacturing
- CBA - Center for Bits and Atoms (MIT)
- CCH - Cursos Científico-humanísticos
- CEF - Curso de Educação e Formação
- CEFA - Cursos de Educação e Formação de Adultos
- CIE-UMa - Centro de Investigação em Educação da Universidade da Madeira
- CNC - Computer Numeric Control
- CNP - Clubes, Núcleos e Projetos
- CP - Cleaner Production
- CP - Cursos Profissionais
- CSH - Ciências Humanas e Sociais
- DAC - Desafio Aprendizagem Criativa (Brasil)
- DNA - ADN, em português, ácido desoxirribonucleico
- EAC - Ensino Assistido por Computador
- EDUROVs - Iniciativa de Robótica Marina Educativa (Canárias)
- ESFF - Escola Secundária de Francisco Franco
- EUA - Estados Unidos da América
- FNR - Festival Nacional de Robótica
- FPGA - Field Programmable Gate Array
- GPS - Global Positioning System
- I2C - Inter-Integrated Circuit
- IDE - Integrated Development Environment
- IR - Infrared

LAR - Laboratório de Automação e Robótica
LED - Light Emitting Diode
MATE - Marine Advanced Technology Education
MIT - Massachusetts Institute of Technology
NXT - Lego Mindstorms NeXt Technology
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
OOM - Observatório Oceânico da Madeira
P21 - Partnership for 21st Century Learning
PAP - Prova de Aptidão Profissional
PLA - Ácido Poliláctico, usado como filamento para impressão 3D
PLOCAN - Plataforma Oceânica de Canarias
PPL - Participação Periférica Legítima
R.U.R. - Rossum's Universal Robots
RAM - Random Access Memory
RCX - Robotic Command Explorer
RCX - Robotic Command eXplorers, Lego Mindstorms
RFID - Radio Frequency IDentification
ROV - Remotely Operated Vehicles
RP - Rapid Prototyping
SPAR - Sala de Projetos de Automação e Robótica
SPR - Sociedade Portuguesa de Robótica
STEM - Science, Technology, Engineering, and Mathematics
STL - STereoLithography
TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação
WEF - World Economic Forum
ZDP - Zona de Desenvolvimento Proximal

INTRODUÇÃO

1. Motivação para este estudo

*A chave de todas as ciências é
inegavelmente o ponto de interrogação.*

Honoré de Balzac

Há décadas que vêm surgindo inúmeras evidências de que o modelo e práticas dominantes nas nossas escolas configuram um paradigma caduco. Nem os avanços das tecnologias da informação e comunicação (TIC) parecem ter abalado as muralhas que a velha escola foi criando em seu redor. Entretanto, muitas vozes reclamavam a necessidade urgente de mudanças numa escola cada vez mais incapaz de preparar para o futuro.

A escola tradicional estruturou-se no século XIX e absorveu as crenças e factos científicos dessa época. Gradualmente, foi perdendo a capacidade de integrar novas perspectivas. Mesmo as teorias que estão na base do construtivismo só têm tido um alcance muito limitado. Por outro lado, os computadores (e tecnologias associadas) introduziram mudanças significativas em praticamente todas as áreas da atividade humana, exceto na esfera da educação.

A partir de meados do século XX acentua-se o fosso entre a atividade escolar e a atividade autêntica e vai-se tornando cada vez mais evidente que a escola convencional já não satisfaz as necessidades da sociedade; ao invés da mudança, vai construindo muros que a afastam da realidade. As inovações são absorvidas em currículo e lentamente assimiladas por uma organização que resiste tenazmente a qualquer modelo alternativo.

Contudo, até no seio de uma escola de tendência conservadora podem existir “ilhas” onde são viáveis métodos e práticas que se afastam da ortodoxia reinante e onde podem florescer projetos em que os estudantes e os professores se empenhem de uma forma muito diferente daquela que é comum na sala de aula. Refiro-me a espaços onde se desenvolvem atividades extracurriculares, como núcleos, projetos ou clubes escolares.

Os tópicos centrais desta investigação gravitam, precisamente, em torno do estudo de um ambiente de aprendizagem onde, ao longo do tempo em que o observei informalmente enquanto mero espectador, fui encontrando indícios de ser um local e um tempo onde se desenvolviam atividades autênticas e onde se estabeleciam relações interpessoais genuínas. Refiro-me ao clube de robótica que vi nascer em torno dos laboratórios e

oficinas de eletrotécnica e eletrónica da escola onde leciono, a Escola Secundária de Francisco Franco.

A minha curiosidade sobre este ambiente de aprendizagem, o projeto SPAR – Sala de Projetos de Automação e Robótica – assumiu desde cedo um duplo significado: por um lado, sentia alguma atração por algo de novo que crescia ali mesmo ao meu lado, já que o projeto tinha sido imaginado e desenvolvido por um jovem colega com quem trabalhava praticamente todos os dias; por outro lado, a par do interesse pelos artefactos tecnológicos em questão, os robôs, cedo percebi um outro tipo de interesse, o humano, e talvez pela via menos expectável.

A razão para este segundo tipo de interesse, que acabou por subordinar o interesse tecnológico, tem a ver com o facto de ter notado mudanças indeléveis em alguns dos meus alunos que tinham aderido ao projeto SPAR. Enquanto manifestavam baixos índices motivacionais e pouca predisposição para aderir à maior parte das atividades propostas por mim e por outros professores, nas aulas, mostravam uma inesperada capacidade de trabalho para as atividades da robótica e conseguiam alcançar aprendizagens de nível bastante avançado no que respeita às tecnologias em questão, revelando habilidades, até então desconhecidas, em matérias como a eletrónica, a mecânica, a programação, a capacidade de pesquisa e, como reiteradamente pude observar, na forma de relacionamento com os professores e com os colegas.

Estas observações não intencionais acabaram por originar algumas perguntas de carácter especulativo:

- O que aprendem no SPAR estes jovens?
- Como é que aprendem?
- Que tipo de atividades os ocupam neste clube?
- O que os atrai e os mantém interessados numa atividade que parece ocupar-lhes uma grande fatia de tempo?
- Como é o ambiente onde desenvolvem a sua atividade?

Questões como estas concorreram definitivamente para a eleição deste tema como matéria da presente investigação. Estas questões especulativas tornaram-se, então, perguntas a que procurei dar resposta ao longo do trabalho de observação e recolha de dados; elas funcionaram como “gatilho” para o trabalho investigativo sem, no entanto,

criarem qualquer obstáculo à “descoberta”, à total liberdade para a emergência de novos temas de interesse nesta viagem pelo desconhecido.

Se as questões de partida se revelaram importantes para a escolha do tema da investigação, um palpite ou intuição tornavam-na deveras “apetecível”: eu tinha fortes suspeitas de que naquela sala acontecia algo de profundamente inovador, e não me refiro ao desenvolvimento de robôs ou outros artefactos tecnológicos inovadores; refiro-me às práticas introduzidas pelo fundador e coordenador do projeto, Jorge Monteiro, meu colega de grupo de recrutamento e meu grande amigo.

Talvez as suspeitas, afinal, não tivessem qualquer fundamento... talvez tivessem. E foi desta forma que esta minha *quase dúvida* fez com que a investigação daquela sala e de tudo o que lá pudesse acontecer tivesse passado de “apetecível” a “irresistível”.

Delinear um desenho para esta investigação não foi tarefa fácil, dado não ter qualquer controlo sobre a forma e o tempo em que a ação se desenrolava naquele projeto de robótica. Para aumentar a complexidade da minha tarefa, cedo vim a descobrir que o SPAR se abria a projetos muito diversificados e cobrindo áreas tecnológicas sucessivamente mais inovadoras – modelação e impressão tridimensional, submergíveis controlados remotamente, veículos aéreos controlados por aplicações gráficas, projetos de eletrónica avançada e, naturalmente, diferentes projetos de robótica e de automatismos com diferentes aplicações.

Esta diversidade, quase explosiva, em tantas direções, responde simultaneamente aos interesses dos participantes e aos reptos do imaginativo coordenador do projeto. Para alguém que se aproxima com intuitos investigativos, são trabalhos redobrados, já que é impensável acompanhar um ou vários participantes em ação sem ter um entendimento muito claro do projeto em que eles estão envolvidos.

O desafio estava à vista e o desenho do estudo teve que acomodar todos os imprevistos que foram surgindo, quer nesta fase inicial, quer nas fases subsequentes.

2. Principais referenciais teóricos

*As ciências começam e acabam
com um crepúsculo, com um
ponto de interrogação.*

Paolo Mantegazza

O SPAR é um projeto que se integra no grupo das atividades de natureza extracurricular, também designadas de enriquecimento curricular, devidamente enquadradas pelo Projeto Educativo da Escola Secundária de Francisco Franco (ESFF), enquanto *Clubes, Núcleos e Projetos* – CNP – estrutura muito ativa e com um historial muito rico no que respeita, por exemplo, a projetos de natureza artística ou de educação ambiental, só para citar os mais antigos – o *Núcleo de Música* e o *Clube de Ecologia Barbusano*.

Trata-se de um projeto de natureza tecnológica que privilegia o desenvolvimento de projetos de robótica mas que tem vindo a alargar substancialmente a amplitude das suas intervenções. Com pouco mais de dez anos, afirmou-se como um polo de investigação e desenvolvimento, superando muito o que é expectável num clube escolar desta natureza e com este enquadramento. Trata-se, portanto, de um espaço onde não só se utiliza tecnologia de forma intensiva, como também se cria nova tecnologia.

Muito do trabalho dos participantes do SPAR é precisamente o desenvolvimento de artefactos tecnológicos, novos ou aperfeiçoamento de outros já existentes, recorrendo a uma panóplia de ferramentas, entre as quais se encontram muitas que são elas próprias artefactos tecnológicos pouco comuns ou mesmo inexistentes no contexto escolar. A utilização de tecnologia com potencial para romper com as práticas comuns à escola mais conservadora apoiada no paradigma transmissivo é um assunto que me interessa sobremaneira e sobre o qual procurei suporte teórico para esta investigação.

Um autor que há muito me influenciou, Seymour Papert, é convocado frequentemente para me socorrer neste estudo e, pela recorrente visita virtual ao seu antigo local de trabalho, o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), vim a conhecer outros cientistas a quem ele muito influenciou e que, por sua vez, vieram a desenvolver projetos interessantíssimos na esteira do mestre que tanto admiram. Foi assim que conheci os trabalhos de dois eminentes investigadores e responsáveis por institutos de investigação do MIT, Mitchel Resnick e Neil Gershenfeld, que me apoiaram na compreensão de alguns

dos projetos ligados à criação de contextos de natureza construtivista/construcionista, favoráveis à aprendizagem criativa.

A teoria e a obra de Papert, o seu legado construcionista e as suas propostas de utilização apropriada dos computadores e das tecnologias da comunicação e informação em sentido lato são contributos valiosos para a matriz teórica desta investigação.

O contributo de Vygotsky, em particular com a metáfora da Zona de Desenvolvimento Proximal, associada ao conceito de *scaffolding*, revelou-se muito importante para compreender um conceito essencial das inter-relações entre linguagem, construção de conhecimento e mediação. Também autores como Lave e Wenger foram fundamentais com a sua teoria da aprendizagem situada, segundo a qual a prática social alcança grande relevo, sendo compreendida como agente da maior relevância para a aprendizagem.

O visionário Alvin Toffler e a sua visão sobre as aceleradas mudanças do nosso tempo abrem a discussão sobre a questão da inovação pedagógica, domínio onde Carlos Fino me socorre amiúde sobre o conceito, sobre os constrangimentos e sobre a natureza intrinsecamente disruptiva, de rutura de paradigma, inerentes à inovação pedagógica.

Também neste capítulo se revelam muito pertinentes as considerações de Jesus Maria de Sousa, em particular sobre o estado de crise da escola atual, que convida à reflexão e à ação, bem como à investigação. Quero também referir a satisfação que sinto ao incluir, neste capítulo, contributos muito valiosos de um antigo professor da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra por quem sempre nutri uma profunda admiração, António Dias de Figueiredo, que tem refletido sobre as profundas mudanças que esperam os jovens da próxima geração e sobre os novos ambientes de aprendizagem que as novas tecnologias tornaram possíveis, enquanto contextos culturalmente férteis.

Tal afirma Deshaies (1997), “o método científico assemelha-se a um díptico: de um lado, o quadro conceptual, e do outro, o material de observação; de um lado, o sujeito, e do outro, o objecto” (p. 278); dualismo meramente teórico, porque o método científico verdadeiro reúne intimamente os dois momentos num movimento recursivo, em que o indutivo se junta ao dedutivo e vice-versa.

3. Objetivo do estudo

O aspecto positivo de um método científico é que ele nunca faz perder tempo aos outros.

Umberto Eco

O objetivo deste trabalho é descrever e interpretar a cultura emergente de um projeto de natureza voluntária e extracurricular de robótica da ESFF, o SPAR. Interessa-me caracterizar a cultura e a dinâmica deste ambiente de aprendizagem, bem como as relações que se estabelecem entre os membros do projeto e entre cada um deles e o seu coordenador. Trata-se de tentar construir conhecimento focando o interesse num pequeno grupo, “com determinada situação, determinado local e determinados actores, *hic et nunc*, sem pretensões a generalização”. (Sousa, 2011, p. 75).

Pretendo, ainda, tentar descortinar a forma como os participantes encaram os desafios que se lhes colocam e que processos de aprendizagem se forjam na sua superação. Tentarei saber se algo de relevante acompanhará os participantes para lá do tempo da experiência vivida no projeto. A discussão e reflexão sobre os significados emergentes será realizada, sobretudo, sob a perspetiva da inovação pedagógica.

O propósito último do estudo é a construção de conhecimento científico, respondendo aos requisitos definidos por Eco (1988):

- 1 – Debruça-se sobre um objecto reconhecível e definido de tal modo que seja igualmente reconhecível pelos outros.
- 2 – Deve dizer sobre este objecto coisas que não tenham já sido ditas ou rever com uma óptica diferente coisas que já foram ditas.
- 3 – Deve ser útil aos outros. Deve acrescentar alguma coisa àquilo que a comunidade já sabia.
- 4 – Deve fornecer os elementos para a confirmação e para a rejeição das hipóteses que apresenta e, portanto, deve fornecer os elementos para uma possível continuação pública. Este é um requisito fundamental. (47)

4. Organização da tese

A tese pode ser vivida como um
jogo, como uma aposta, como
uma caça ao tesouro.

Umberto Eco

A dissertação é composta por duas partes. A primeira parte reserva-se à revisão da literatura e divide-se em três capítulos:

- Um primeiro, que incide sobre uma síntese do que nos diz a Psicologia acerca da aprendizagem;
- Um segundo, que aborda algumas das mudanças que, a um ritmo acelerado, estão a alterar diferentes aspetos da forma como vivemos, da necessidade absoluta de mudança de paradigma na pedagogia praticada nas nossas escolas e no papel que as novas tecnologias podem ter enquanto catalisadoras da desejada inovação ao nível das práticas pedagógicas;
- Um terceiro, que procura investigar tecnologias emergentes no *locus* da investigação e o seu potencial na criação de contextos construcionistas, favoráveis à aprendizagem e à criatividade.

A segunda parte, também dividida em três capítulos, inclui:

- A discussão das questões de metodologia;
- A descrição breve da ESFF e do projeto SPAR;
- A discussão dos resultados da investigação.

A segunda parte, o estudo empírico, é profusamente ilustrado com fotografias que fiz durante o período de observação; elas integram o texto onde se apresentam e ilustram a atividade dos participantes no momento em que ela decorre. No caso de artefactos, as imagens podem ter sido feitas em momentos posteriores à ação dos participantes, devendo ser consideradas como recolha de um repertório, na aceção de Wenger (1998).

PARTE I – MATRIZ TEÓRICO-CONCEPTUAL

Capítulo 1 - BREVE DISCUSSÃO SOBRE A APRENDIZAGEM

Capítulo 2 - A PREMÊNIA DA INOVAÇÃO PEDAGÓGICA

**Capítulo 3 – TECNOLOGIAS AVANÇADAS E NOVOS CONTEXTOS DE
APRENDIZAGEM**

Capítulo 1. BREVE DISCUSSÃO SOBRE A APRENDIZAGEM

A singularidade mais característica dos seres humanos é aprenderem.

Bruner

Entende-se por escola tradicional aquela que vigorou até ao primeiro quartel do século XX, se bem que em Portugal se tenha estendido até à revolução de 1974. A partir das experiências behavioristas no domínio da Psicologia com seus reflexos evidentes nas técnicas de ensino-aprendizagem e mais recentes investigações construtivistas, situamo-nos no domínio da designada escola moderna ou mesmo escola contemporânea.

Há muito que se abandonou o modelo meramente transmissor do conhecimento do professor, detentor de todo o saber, para um aluno recetor passivo do conhecimento possível. Passou-se pelo frenesim do método ativo e direto, inspirado na teoria behaviorista em que o professor colocava inúmeras perguntas ao aluno, que respondia imediatamente e sem precisar de refletir, mostrando ter atingido o objetivo comportamental esperado. O cognitivismo de Piaget surgiu como resposta a este imediatismo, impondo a necessidade de compreender os mecanismos que conduzem à elaboração do conhecimento. Enveredou-se depois pelas teorias construtivistas em que o professor é o orientador, o mediador ou até o guia que orienta o aluno na construção do seu próprio saber.

Esta secção inclui uma aclaração breve, e longe de pretender ser exaustiva, da evolução e da caracterização das diferentes correntes sobre as teorias da aprendizagem que marcaram o último século na cultura ocidental. Este segmento assiste o investigador no esforço de enquadramento e fundamentação teórica do trabalho, pelo que esta rápida abordagem a cada uma das perspetivas deverá igualmente contribuir para a sua organização e sistematização.

No que respeita às principais visões históricas e conceptuais da aprendizagem, é possível identificar três grandes correntes: 1) Behaviorismo; 2) Cognitivismo; e 3) Socio-construtivismo. Não obstante, o campo teórico referente a estas três perspetivas foi-se modificando, pelo que qualificar determinada teoria como pertencente a um enquadramento teórico ou a outro torna-se muito difícil ou mesmo impraticável, já que, frequentemente, inclui múltiplas influências.

1.1. Behaviorismo

O behaviorismo ganhou importância na primeira metade do séc. XX, quando o paradigma da ciência moderna predominava. Nesta perspectiva, oriunda dos EUA, a aprendizagem era entendida como uma atividade mecânica originada por um estímulo, a partir do qual o sujeito aprendente desencadearia a única resposta correta.

O ensino organizava-se em torno da preparação da informação e de possibilidades de reforço, sendo o sucesso entendido enquanto aprendizagem. Desta forma, a avaliação quantitativa alcançava-se pela capacidade de manifestação de respostas corretas facultadas pelo aprendente.

O aprendente é considerado como uma “*tábua rasa*” que pode ser preenchida com conhecimentos provindos do exterior, sendo os sentidos a sua porta de entrada. Esta concepção redutora de aprendente e de conhecimento tem uma moldura epistemológica de cariz positivista que considera a existência do conhecimento externamente ao ser humano (Rafael, 2005).

Nesta corrente, o fenómeno da aprendizagem é percebido como «(...) a modificação do comportamento pela experiência» não sendo, pois, uma «(...) qualidade intrínseca do aluno» (Cachapuz, Praia e Jorge, 2002, p. 104).

As teorias behavioristas, ao destacarem o comportamentalismo como evidência da aprendizagem, viabilizaram o desenvolvimento das vertentes do condicionamento clássico (Pavlov e Watson) e operante (Skinner). Em ambas, a ênfase é colocada na modificação do comportamento exteriorizado pelo sujeito, sendo esse o entendimento de aprendizagem. Lourenço, (2005), resume seis pontos essenciais das teorias behavioristas:

- 1) A noção de que os comportamentos são aprendidos pelo sujeito e não desenvolvidos espontaneamente dentro dele;
- 2) A relevância dada à regulação de tais condutas pelo meio (teoria de Watson) ou pelos resultados obtidos (teoria de Skinner);
- 3) A decomposição dos comportamentos mais complexos em objetivos comportamentais verificáveis mais simples;

- 4) A valorização dos comportamentos observáveis, não dos processos cognitivos internos;
- 5) A exigência de grande rigor metodológico, quer na definição de conceitos, quer experimentais;
- 6) A noção de que o comportamento é obtido, mantido e modificado por mecanismos básicos de aprendizagem, tais como o reforço (positivo ou negativo), a punição, a discriminação de estímulos e a generalização ou extinção de respostas.

Os contextos educativos foram-se moldando a esta maneira de entender a aprendizagem, fortalecendo os modelos organizativos de Taylor, e metamorfoseando as escolas em autênticas linhas de montagem. Assim, aos professores competia a obrigação de transmitir informação sob a forma de estímulos enquanto aos aprendentes era atribuída a função de a assimilar, através dos sentidos. O processo de aprendizagem operava-se com a adição direta e consecutiva de mais informação; a avaliação manifestava-se na aptidão para reproduzir integralmente aquela mesma informação, com relação direta e proporcional ao número de respostas corretas.

Muito sucintamente, podem-se conferir as três principais críticas às teorias comportamentalistas.

Em primeiro lugar, concentram-se nos comportamentos externos, nos resultados finais obtidos e descuram os processos internos. Em segundo lugar, perdem a visão de conjunto da tarefa da aprendizagem. Em terceiro lugar, relegam o educando para um plano inferior, despersonalizando-o, considerando-o como um ser passivo, moldável, dependente do educador que o leva a atingir um fim previamente estabelecido através de uma influência muito direta que sobre ele exerce (Tavares e Alarcão, 1999, p. 113).

Os psicólogos behavioristas consideram a aprendizagem um sinónimo de mudança na conduta. Além disso, segundo Novak e Gowin (1999), a psicologia behaviorista, e grande parte da atualmente popular "ciência cognitiva", ignoram a importância dos **sentimentos**.

Todavia, a experiência humana envolve não só o pensamento e a ação, mas igualmente os sentimentos. Só quando se observam os três fatores associadamente é que os indivíduos são capazes de enriquecer o significado da sua experiência.

Muitas vezes a escola constitui uma agressão ao ego do aluno, devido às poucas satisfações intrínsecas que oferece a aprendizagem mecânica, arbitrária e memorística, tão vulgar nas aulas. Os estudantes que procuram extrair significado dessa instrução

fracassam frequentemente. Para eles a escola é, na melhor das hipóteses, frustrante, e, na pior das hipóteses, é uma tortura na qual o aluno é ridicularizado perante os professores, os colegas e, às vezes, os próprios pais. (Novak e Gowin, 1999, p. 13, 14)

Geralmente, estas vítimas sofrem forte reprovação por falharem na aprendizagem memorística, qualificando-os de inábeis para aprender ou, simplesmente, de “falhados”. O custo destes fracassos, tanto para os próprios indivíduos quanto para a sociedade, é enorme.

1.2. Cognitivismo

Paralelamente ao progresso da teoria behaviorista, desenvolveram-se, na Europa, ensaios sobre a aprendizagem de cariz construtivista, em que se notabilizam os trabalhos de Piaget e de Vygotsky. Um novo enquadramento cultural trouxe uma nova forma de questionar a aprendizagem e promoveu a redescoberta das teorias cognitivistas da aprendizagem, nas quais o indivíduo desempenha um papel primordial no processo de aprendizagem (Cachapuz *et al.*, 2002).

Nas teorias cognitivistas, a relevância é concedida à construção do conhecimento, sendo enfatizado o papel do aprendente no seu processo de aprendizagem. Estas novas teorias foram uma lufada de ar fresco para o meio educativo e obrigaram a uma mudança na forma como o ensino-aprendizagem era estruturado na escola.

Mas afinal o que se desenvolve com o desenvolvimento cognitivo segundo as abordagens do processamento da informação? (...) O que se desenvolve com o desenvolvimento cognitivo é a capacidade e as estratégias do sujeito para processar e tratar essa informação (Lourenço, 2005, p. 82).

As teorias cognitivistas foram amplamente discutidas e divulgadas durante as décadas de 50, 60 e 70 do século passado, tendo colhido contributos de vários autores como Robert Gagné (teoria da aprendizagem hierárquica e cumulativa), David Ausubel (teoria da assimilação) ou Jerome Bruner (teoria da aprendizagem por descoberta).

1.3. Piaget e a teoria genética da aprendizagem

Com o último quartel do séc. XX, perante alguma perda de mérito das anteriores teorias da aprendizagem, as teorias construtivistas começaram a granjear crescente relevo.

Conquanto se apoiem em estudos realizados por cientistas do início do séc. XX, acentuam a relevância do aluno enquanto elemento principal da aprendizagem, sendo esta mediada socioculturalmente. A tónica deslocou-se da aquisição de conhecimentos para a construção do conhecimento.

Ackermann (1995, p. 341) reconhece existirem “tantas definições de construtivismo quantas as mentes para as construir”, o que sublinha bem a dificuldade de caracterizar em absoluto um conceito que apresenta múltiplas cambiantes.

Numa perspetiva construtivista, aprender não é um fenómeno estímulo-resposta; requer autorregulação e “a construção de estruturas conceptuais através da reflexão e abstração” (Glaserfeld, 1995, p. 14), devendo o professor interessar-se menos na performance e mais em perceber o que se passa na cabeça do estudante, tentar construir um “modelo das suas estruturas conceptuais” (*Idem*).

Parece consensual a ideia de que Piaget e Vygotsky são os principais obreiros da teoria construtivista, conquanto Piaget expunha na sua teoria elementos centrais da teoria cognitivista, sobretudo por considerar os processos de funcionamento da mente durante a aprendizagem.

Tanto Piaget como Vygotsky situam o indivíduo no centro do processo de aprendizagem, atuando como elemento ativo na construção do seu conhecimento. Ainda que as duas teorias tenham este aspeto em comum distinguem certas especificidades que permitem a sua diferenciação.

Tendo nascido no final do século XIX (1896), Piaget alcançou avanços consideráveis na forma como a aprendizagem passou a ser encarada, nomeadamente por ter diferenciado desenvolvimento e aprendizagem.

Enquanto na teoria de Piaget o desenvolvimento envolve descontinuidade estrutural ou transformação de estruturas anteriores em estruturas mais diferenciadas e integradas, a aprendizagem significa sobretudo descontinuidade de conteúdos ou a assimilação de conteúdos novos através de uma determinada estrutura (Lourenço, 2005, p. 95).

Ao formar a ideia de que a aprendizagem é um fenómeno interno a cada indivíduo, Piaget demonstrou a sua importância como elemento primordial na construção do seu conhecimento, sendo que o estágio de desenvolvimento condiciona a capacidade de aprendizagem. Assim, a teoria piagetiana encerra uma forte presença de uma base genética na sua conceção epistemológica, sendo o seu principal foco de interesse o estudo do desenvolvimento cognitivo, particularmente a maneira como os indivíduos entendem

o meio que os circunda e a forma como com ele interagem. Sprinthall e Sprinthall (1993) referem que

Uma importante implicação pedagógica da teoria de Piaget é que o desenvolvimento cognitivo depende da ação, em qualquer dos estádios. Por outras palavras, o desenvolvimento das capacidades cognitivas à nascença – é sim uma função da ação apropriada durante cada estádio específico (p. 113).

Segundo a teoria de Piaget, o sujeito ocupa um papel decisivo no seu próprio desenvolvimento cognitivo e, portanto, o conhecimento é autoconstruído. Sendo determinante o papel da equilibração neste processo, então os conhecimentos já detidos pelos sujeitos são muito importantes, já que é a partir deles que é construído o novo conhecimento. Conquanto Piaget tenha reconhecido a necessidade de interlocutores sociais para auxiliar os processos de equilibração, o foco da sua teoria para a construção de conhecimento é a relação entre o sujeito e o objeto; para o cientista, a interação social parece ter um papel marginal no processo de aprendizagem.

Embora a questão educacional não seja o fulcro das discussões de Piaget, a relação que ele fixa entre desenvolvimento e aprendizagem originou uma abordagem pedagógica, denominada **construtivismo**, que organiza o processo de ensino-aprendizagem a partir do entendimento de que a cognição resulta de construções individuais e de que, através da maturação e da experiência, novas organizações mentais se vão formando. O construtivismo incita o desenvolvimento das aptidões para compor e para compreender os seus mundos individuais, a partir de um processo que prevê a sugestão de problemas e desafios para criar um ambiente favorável à exploração e à valorização do ponto de vista do aprendente.

Apesar da desvalorização dos contextos sociais, um dos legados da teoria de Piaget pode encontrar-se na aceitação da forma como a ação educativa deve ser implementada, particularmente na necessidade de se salientarem as atividades nos alunos. Outro legado da teoria piagetiana também com implicações educativas prende-se com a questão do método do *self-government*, cujo emprego pode ocorrer com alunos a partir dos 10 anos; com este conceito, pretende-se comprometer os alunos na tomada de decisões, por exemplo, no que respeita à escolha de projetos a desenvolver. Piaget aponta as falhas da escola tradicional no que respeita à natureza do trabalho, dito social, dos alunos.

A escola tradicional conhece apenas um tipo de relações sociais: a ação do professor sobre o aluno. (...) os exercícios falsamente chamados de coletivos são na realidade apenas uma justaposição de trabalhos individuais executados no mesmo local (Piaget, 1970, p. 177).

1.4. Vygotsky e a teoria socioconstrutivista da aprendizagem

Vygotsky, curiosamente tal como Piaget, nasceu em 1896, notabilizou-se por reconhecer a importância do indivíduo e do meio cultural envolvente como elementos fulcrais na construção do conhecimento.

A sua teoria distinguiu-se da piagetiana por ter identificado, além da dimensão biológica, o contexto histórico-cultural como dimensão decisiva para a aprendizagem.

Podem-se distinguir, dentro de um processo geral de desenvolvimento, duas linhas qualitativamente diferentes do desenvolvimento, diferindo quanto à sua origem: de um lado os processos elementares, que são de origem biológica; de outro, as funções psicológicas superiores, de origem sociocultural. A história do comportamento da criança nasce do entrelaçamento dessas duas linhas. A história do desenvolvimento das funções psicológicas superiores seria impossível sem um estudo da sua pré-história, de suas raízes biológicas e de seu arranjo orgânico. As raízes do desenvolvimento de duas formas fundamentais, culturais, de comportamento, surgem durante a infância: o uso de instrumentos e a fala humana. Isso, por si só, coloca a infância no centro da pré-história do desenvolvimento cultural (Vygotsky, 1988, p. 52).

Wertsch (1993), citado por Fino (2001), declara que a teoria exposta por Vygotsky assenta em três pilares:

a) o uso de um método genético ou de desenvolvimento; b) a afirmação de que as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais; e c) a afirmação de que os processos sociais e psicológicos humanos se formam através de ferramentas, ou artefactos culturais, que medeiam a interacção entre indivíduos e entre eles e os seus envolvimentos físicos (Fino, 2001, p. 275).

Os estudos de Vygotsky põem em relevo a dimensão social do desenvolvimento humano para a aprendizagem.

Vygotsky tem como um dos seus pressupostos básicos a ideia de que o ser humano constitui-se enquanto tal na sua relação com o outro social. A cultura torna-se parte da natureza humana num processo histórico que, ao longo do desenvolvimento da espécie e do indivíduo, molda o funcionamento psicológico do homem (Oliveira, 1992, p. 24).

Segundo Lourenço (2005), a teoria de Vygotsky contém três aspetos essenciais sobre os fenómenos psicológicos: 1) têm uma base social; 2) são mediados pela linguagem; e 3) por instrumentos e símbolos.

A base social da construção de conhecimento acontece através da interacção do indivíduo com o meio envolvente num processo mediado por pares. A noção de mediação e o uso da linguagem ganha aqui uma importância crucial,

(...) em forma de uma lei geral do desenvolvimento cultural, segundo a qual todas as funções cognitivas aparecem duas vezes no desenvolvimento cultural da criança: primeiro, no nível social, e mais tarde, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicologicamente), e depois dentro da criança (intrapicologicamente) (Fino, 2001, p. 276).

No que respeita à aprendizagem de conceitos e às relações entre conceitos espontâneos, vulgo senso comum, e conceitos de natureza científica, a sua aprendizagem ocorre por processos distintos:

(...) os conceitos de todos os dias adquirem-se através da participação em actividades da vida quotidiana, e começam por ser uma compreensão concreta de eventos e de fenómenos, que se vão tornando cada vez mais abstractos à medida que se movem "para cima" e vão sendo integrados em sistemas de conhecimento formal. Os conceitos científicos, por seu lado, adquirem-se por exposição verbal, e vão-se tornando mais significativos à medida que se movem "para baixo" e entram em contacto com objectos e eventos de todos os dias (Fino, 2001, p. 278).

Vygotsky (2007) refere que,

O desenvolvimento do conceito científico por referência à sociedade (...) constitui uma forma específica de cooperação entre o professor e a criança. A maturação das funções mentais superiores da criança dá-se no quadro deste processo cooperativo - ou seja, ocorre através da participação e da assistência do adulto (Vygotsky, 2007, p. 210).

Desta forma, Vygotsky (2007) é contrário ao ensino tradicional alicerçado na transmissão direta de conceitos,

Não menos do que a investigação experimental, a experiência pedagógica demonstra a impossibilidade de um ensino transmitido diretamente em termos de conceitos. Seria um ensino pedagogicamente estéril. O professor que tente usar uma abordagem desse tipo não conseguirá obter outro resultado que não seja uma aprendizagem de simples palavras vazias, um verbalismo oco que simula ou imita a presença do conceito, no espírito da criança (Vygotsky, 2007, p. 212).

Este cientista social considera que as crianças além de serem sujeitos ativos nos seus processos de aprendizagem são, também, interativas, ou seja, os conhecimentos formam-se a partir de relações intra e interpessoais instituídas. O cientista percebe a aprendizagem como um processo que ocorre de fora para dentro, em que as atividades sociais (relações interpessoais) se internalizam num plano individual e interno (relações intrapessoais).

Para ele [Vygotsky] a verdadeira direção do desenvolvimento não vai do individual para o social, mas do social para o individual. De um processo de natureza interpessoal passa-se progressivamente para um processo de natureza intrapessoal. Sem deixar de reconhecer a importância fundamental da cultura através das interações sociais, cuja vivência favorece a sua interiorização (Cachapuz *et al.*, 2002, p. 118).

Outro aspeto relevante da teoria de Vygotsky é o de mediação. Esta tem como fundamento o acesso indireto aos factos ou aos objetos, que é mediado por simbolismos próprios de cada cultura. O professor, neste processo, deixa de ser o provedor de informação para adotar o papel de mediador. Neste novo papel, deverá auxiliar no acesso indireto aos factos através do desenvolvimento de atividades sociais, onde os simbolismos culturais se organizem para servir de ponte para a construção de novos conhecimentos, promovendo quer o envolvimento social quer a metacognição.

Neste processo de mediação, a linguagem possibilita externalizar o sistema simbólico subjacente à cultura do indivíduo e tem duas utilidades,

(...) a de intercâmbio social e a de pensamento generalizante. Isto é, além de servir ao propósito de comunicação entre indivíduos, a linguagem simplifica e generaliza a experiência, ordenando as instâncias do mundo real em categorias conceituais cujo significado é compartilhado pelos usuários dessa linguagem (Oliveira, 1992, p. 27).

A partilha de significados pelos falantes da mesma língua, além de acautelar a vertente social da aprendizagem, destaca os graus de desenvolvimento real e potencial estabelecidos por Vygotsky (1988). O desenvolvimento real corresponde ao que as crianças já conseguem fazer de maneira autónoma, enquanto o desenvolvimento potencial corresponde à capacidade da criança em aprender novos assuntos se tiver a mediação de outro indivíduo. A diferença entre estes dois níveis de desenvolvimento determina o que Vygotsky designou de ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal) e constitui um elemento central da sua teoria. «It is the distance between the actual developmental level as determined by independent problem solving and the level of potential development as determined through problem solving under adult guidance or in collaboration with more capable peers» (Vygotsky, 1978, p. 86).

A ZDP é um conceito essencial para compreender as inter-relações entre linguagem, construção de conhecimento e mediação. Traduz a diferença entre o que a criança consegue fazer sozinha e o que pode realizar com a ajuda do professor. A mediação professor/aluno, através da linguagem, ganha primado para a construção social de conhecimento, trazendo um novo entendimento sobre as práticas pedagógicas, afastando-as de práticas de inspiração instrucionista.

Exercer ação na ZDP é possibilitar que o aprendente desenvolva mecanismos psicómotores que lhe serão essenciais para a sua vida futura. Este desenvolvimento

decorre do trabalho conjunto entre a dimensão somática do organismo e a dimensão social e cultural onde o indivíduo está imerso. A este propósito, Carlos Fino afirma:

A ZDP fornece aos psicólogos e educadores uma ferramenta através da qual pode ser compreendido o curso interno do desenvolvimento, e que o uso desse método pode permitir a tomada em consideração dos ciclos e processos de maturação que já estão completos, além dos que estão em estado de formação (Fino, 2001, p. 279).

Um dos principais conceitos da teoria de Vygotsky, para quem o diálogo intersocial precede o intrapsicológico, é que as atividades mentais são baseadas nas inter-relações entre o indivíduo e o meio, num processo histórico, e que essas relações são mediadas por sistemas simbólicos (instrumentos e signos). Usam-se artefactos de mediação para contactar com o mundo; esses artefactos são de natureza orgânica e cultural (como a linguagem) e permitem preencher o fosso entre nós e o mundo.

Segundo o autor, todo o processo educativo tem uma estrita explicação psicológica, não se podendo conceber uma criança “como *tabula rasa*, como uma folha de papel em branco, na qual a educação pode escrever tudo quanto quiser.” (Vygotsky, 1997, p. 158).

Vygotsky entendeu que, sob um ponto de vista científico, o professor é apenas o organizador do meio educativo social, o regulador e controlador da interação desse meio com cada aluno.

A atualidade das suas geniais interpretações passa também pela forma como preconizou reformas na pedagogia:

Qualquer reforma da atual pedagogia gira em volta deste tema: como conseguir que o papel do professor se aproxime o mais possível a zero, de modo que, em vez de desempenhar o papel de motor e elemento da engrenagem pedagógica (...) passe a basear tudo no seu papel de organizador do meio social. (*Ibidem*, p. 160).

Do desfasamento entre os processos de desenvolvimento e de aprendizagem, resulta a metáfora da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), a diferença entre o que o aprendente consegue realizar autonomamente e o que conseguirá com a ajuda de um tutor, como “área potencial de desenvolvimento cognitivo” (Fino, 2000, p. 119); as implicações deste conceito abrem janelas de aprendizagem onde aprendente, professor e problema interagem, oferecendo oportunidades para o professor/tutor como agente metacognitivo e destaca um meio natural de aprender constituído pelos pares mais competentes como mediadores da aprendizagem, proporcionando *scaffolding*. A mediação funciona, assim, como uma ponte entre o saber atual e o saber potencial, e a aprendizagem opera como

motor do desenvolvimento. Para Vygotsky, a linguagem tem um papel fundamental na mediação; conseqüentemente, as crianças devem ser estimuladas a verbalizar a resolução de problemas. Associar linguagem à aprendizagem é um processo decisivo na metacognição, devendo o controlo metacognitivo partir do tutor e passar progressivamente para o aprendente.

A teoria da ZDP traduz-se numa fórmula exatamente contrária à orientação tradicional: “Le seul bon enseignement est celui qui précède le développement” (Vygotsky, 1985, p. 110). A partir de uma perspectiva vigotskiana, o principal papel da escolarização é criar contextos sociais (ZDP) para a utilização consciente dos instrumentos culturais. Assim, tal como defende Moll (1996), o poder das descobertas de Vygotsky reside no facto de que elas “representam uma teoria das possibilidades” (p. 16).

Em termos educativos há toda a vantagem em desenvolverem-se práticas pedagógicas que permitam trabalhar na ZDP dos alunos. Desta maneira, esta traduz-se em implicações nas práticas pedagógicas que Fino (2001) apresenta: 1) A ZDP equivale a uma "janela de aprendizagem"; 2) A ZDP viabiliza que o tutor seja um agente metacognitivo; e 3) A ZDP concede importância aos pares como mediadores da aprendizagem.

Quanto à primeira implicação, Fino (2001) menciona a existência de incontáveis janelas de aprendizagem que se devem refletir no desenho dos contextos de aprendizagem garantindo «(...) a cada grupo de aprendizes, um leque de actividades e de conteúdos para que eles possam personalizar a sua aprendizagem dentro da estrutura das metas e objectivos de um determinado programa de aprendizagem» (Fino 2001, p. 280).

A segunda implicação identificada por Fino (2001) diz respeito ao papel do professor que deve fomentar práticas que levem à «(...) tomada de consciência do aprendiz sobre o próprio conhecimento, e pode ser guiado pelo professor que confronta o aprendiz com as tarefas de reconhecimento apropriadas» (p. 280).

A terceira implicação, referente ao papel dos pares, sugere uma «(...) participação guiada, e à medida que se desenvolvem os conhecimentos e as habilidades do aprendiz, o guia vai-lhe entregando, cada vez mais, o controlo das operações» (Fino, 2001, p. 280).

Também, neste âmbito Cachapuz *et al.* (2002) referem que

Uma das conseqüências da ZDP é (...) privilegiar estratégias de pesquisa de que a resolução de problemas (não só de papel e lápis) é uma parte integrante. Mais do que propor exercícios interessa, pois, propor aos alunos tarefas problemáticas e explorar adequadamente as interações entre os alunos (p. 120).

O conceito vygotkiano de zona de desenvolvimento proximal assume uma importância relevante na conceptualização de *scaffolding*. Embora este conceito seja essencial para o design de ambientes de aprendizagem construtivistas, Tobias e Duffy (2009) receiam que os construtivistas estejam a demorar a formulação de princípios testáveis – ou mesmo orientações específicas – para a utilização do *scaffolding*. Pea (2004) observou que:

A theory of scaffolding should successfully predict for any given learner and any given task what forms of support provided by what agent(s) and designed artifacts would suffice for enabling that learner to perform at a desirable level of proficiency on that task, which is known to be unachievable without such scaffolding. Thus, one needs independent evidence that the learner cannot do the task or goal unaided. One would imagine as a primary concern the need to take on issues of over what range of situations this determination would be made or inferred. (...) [T]he instructional designer does not have at hand any rules for making decisions about what kinds of scaffolds (...) to provide in what kind of adaptively relevant sequencing for advancing a learner's capabilities. (Pea, 2004, pp. 443, 445)

Perante esta falta de especificidade, concluem Tobias e Duffy (2009), que com a relativa popularidade do construtivismo entre os especialistas em educação, não surpreende que os modelos educativos inspirados na matriz construtivista tenham sido desafiados a responder a um conjunto significativo de questões, como é detalhadamente descrito pelos autores na obra *Constructivist instruction, success or failure?*

1.5. Construcionismo de Papert

The simplest definition of constructionism evokes the idea of learning-by-making.

Seymour Papert

Pode dizer-se que o construtivismo é mais uma matriz filosófica do que uma teoria que nos permita descrever a educação ou prescrever estratégias de *design*. Amplia o conhecimento sobre os processos cognitivos e não é uma teoria prescritiva de uma pedagogia. A ausência de uma teoria educacional precisa ou de uma articulação de princípios de aprendizagem pode ser também vista nas discussões de *scaffolding*, i.e., fornecer orientação para o ensino. Apesar de o conceito de *scaffolding* ser central no *design* de ambientes construtivistas de aprendizagem, “os construtivistas têm sido lentos na formulação de princípios testáveis – ou mesmo orientação específica – para o uso de *scaffolding*.” (Tobias e Duffy, 2009, p. 5). O *scaffolding* difere da utilização ampla de

orientação de duas formas: primeiro, a orientação é dada apenas quando os aprendentes são incapazes de prosseguir sozinhos, ajudando-os a moverem-se para além do que seriam capazes de fazer sem assistência; segundo, a orientação é gradualmente retirada na medida em que o aprendente desenvolve a aptidão. Talvez a ideia de prover assistência apenas quando necessário possa ser a base da errada interpretação de que o construcionismo não proporciona orientação. Tanto os construtivistas como os seus críticos concordam que algum tipo de orientação é necessário para uma educação efetiva, embora discordem quanto aos tipos de orientação.

Pondo em causa o ensino tradicional assente no método de transmissão, Papert situa-se na linha dos construtivistas, para quem a aprendizagem é facilitada quando é autodirigida. “O aprendiz tem de construir conhecimentos sempre novos em qualquer situação. O papel do professor é criar as condições para a invenção, em lugar de fornecer conhecimentos já consolidados.” (Papert, 1997, p. 75). O cientista intitulou-se de construcionista para enfatizar que as aprendizagens são efetivas quando os aprendentes constroem algo (coisas e conhecimentos) com significado relevante para si próprios: “I have adapted the word constructionism to refer to everything that has to do with making things and especially to do with learning by making, an idea that includes but goes far beyond the idea of learning by doing” (Papert, 1999, p. VIII). Clarificou que o construcionismo não põe em dúvida o valor da instrução e destacou uma faceta essencial da atitude construtivista: ensinar de forma a produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo de ensino. O construcionismo constrói-se sobre a suposição de que as crianças ganharão em descobrir por si o conhecimento específico de que necessitam e “o tipo de conhecimento que as crianças mais precisam é o que as ajudará a obter mais conhecimento” (Papert, 2008, pp. 134-135).

O construcionismo “também possui a conotação de conjunto de peças para construção” (Papert, 2008, p. 137), conjunto esse que pode assumir múltiplas formas, concretas ou simbólicas, para permitir a construção mental apoiada pela construção no mundo, isto é, a construção de um objeto exterior ao seu criador.

Papert reforça esta ideia ao afirmar que “o construcionismo, minha reconstrução pessoal do construtivismo, apresenta como principal característica o facto de examinar mais de perto do que os outros ismos educacionais a ideia de construção mental” (*Idem*). Esta característica remete para o papel de construção no mundo enquanto processo de aprendizagem “menos mentalista” (*Idem*). Outro aspeto do construcionismo é a maior

importância do “construir na cabeça” (*Idem*) acolhendo diferentes tipos de construção e questionando os métodos e materiais utilizados bem como as habilidades necessárias para a construção dos diferentes tipos de conhecimento, e acrescenta: “em vez de pressionar as crianças a pensarem como adultos, faríamos melhor nos lembrando de que elas são grandes aprendizes e tentando seriamente nos tornar mais parecidos com elas.” (*Ibidem*, p. 148).

Quando escreveu *Mindstorms*, Papert (1980) acreditava que se estava num ponto em que o impacto da utilização dos computadores tornaria possíveis transformações radicais na educação. No entanto, reconhecia o poder dos que, na escola, iriam certamente constituir um entrave a essa mudança que ele, tal como aqueles a quem sobejavam imaginação e criatividade, tanto desejava. Ele acreditava, sobretudo, nas imensas potencialidades dos computadores na criação de ambientes potenciadores de mudança. Papert afirmava, então, que, apesar do conservadorismo inerente ao mundo da educação que tendia a tornar-se num “fenómeno social de autopropagação” (p. 37), existia uma possível brecha nesse círculo vicioso: num futuro próximo, o incremento da utilização privada dos computadores iria gradualmente devolver à esfera pessoal o poder de determinar padrões para a educação. Assim, a educação tornar-se-ia mais um ato privado, e as pessoas com ideias inovadoras deixariam de tentar vender a uma burocracia conservadora para, finalmente, as poderem oferecer diretamente aos consumidores. Segundo o autor, esta seria uma nova oportunidade tanto para a imaginação e a originalidade como para o ressurgir do pensamento sobre educação.

Antevia-se para breve uma ampla sociedade de aprendizagem onde iriam proliferar, com a mesma legitimidade, tanto a escolaridade doméstica como outros locais de aprendizagem exteriores à escola tradicional, e com a qual estabeleceriam diferentes tipos de ligação (Papert, 1997). Perante as tremendas forças de resistência à mudança manifestadas pela escola conservadora, o autor preconiza um regresso à aprendizagem de estilo familiar (*home-style learning*, também designada por “aprendizagem natural” ou “aprendizagem piagetiana”) em vez de “aprendizagem de estilo escolar”.

O seu principal argumento está na sua convicção de que “o computador pode enriquecer a cultura familiar, na medida em que existem muitos casos em que apenas a aprendizagem escolar podia funcionar no passado, que podem actualmente aproveitar do estilo familiar.” (p. 71). Sugere que “A relação entre o computador e a cultura familiar de aprendizagem tem dois sentidos com o computador a afectar a cultura da aprendizagem

e esta, por sua vez, a ter influência naquilo que fazemos com o computador” (p. 117); promove, igualmente, a ideia de que as crianças devem ver os adultos envolvidos na aprendizagem, e que o adulto “também deve estar preparado para falar de modo desinibido com eles [filhos], sobre a aprendizagem que fez por si mesmo e sobre as dificuldades que encontrou, quer as tenha resolvido ou não” (p. 122).

Papert (1997) descreve o construtivismo destacando o principal contraste com o behaviorismo:

(...) a aprendizagem é facilitada quando é autodirigida. Põe em causa a aprendizagem tradicional assente num modelo de transmissão, através do qual o conhecimento passa do professor para o aluno. A palavra construtivismo resulta de um modelo alternativo, segundo o qual o aprendiz tem de construir conhecimentos sempre novos em qualquer situação. (p. 75).

Em choque com esta noção, o behaviorismo é definido como o método de fracionar uma tarefa em fragmentos que, no final do processo, se devem ajustar como um quebra-cabeças, cuja substância só precisa de ser conhecida pelo professor.

O conceito de *micromundo* também se altera, adotando uma outra aparência quando Papert debate o uso de uma “máquina poderosa (...) para a realização de mundos simples e limitados.” (p. 89) que é “suficientemente limitado para ser exaustivamente explorado e completamente compreendido.” (p. 92). Utilizando uma analogia entre ideias e pessoas, o autor esclarece que “os micromundos são os mundos das pessoas que conhecemos bem e intimamente.” (p. 92). Entretanto, o autor forja novas ideias a desenvolve o conceito de *hipermundos* que “são mundos amplos constituídos por estas relações vagas.” (*Idem*), que não se apresentam de forma muito diferente do conhecer uma pessoa por acaso. O autor qualificou a Internet como o “último hipermundo” (*Idem*). Pelo facto de ser suscetível de apresentar alguns problemas específicos, ele classifica a tarefa de criar um jogo de vídeo como trabalhar num micromundo. Na verdade, ele considerava a programação de computadores o derradeiro dos micromundos.

Papert(1997) perspectiva a escola do futuro como um processo em “megamudança”:

... a verdadeira megamudança só será possível quando a maior parte da aprendizagem decorrer através da participação em projectos que constituam desafios, que demorassem semanas, meses ou mesmo anos. Aqui, a tecnologia digital teria um papel duplo: enquanto material (ou meio de comunicação), presta-se à realização de projectos mais complexos e mais sofisticados do que aqueles que, sem ela, estariam ao alcance das crianças; enquanto canal de comunicação e de transmissão de informação, permite às crianças aceder a conhecimentos quando sentem necessidade deles e não porque lhes são impostos

por um currículo. Esta transformação retira qualquer sentido à ideia de um currículo fechado e mesmo à de segregar as crianças dividindo-as por níveis de competência. Na verdade, retira qualquer sentido à imagem corrente da Escola. (p. 214)

Contudo, Papert (2008) não se vê como o autor ‘da’ solução para os problemas educacionais, mas antes como alguém que, através das suas descobertas, incentiva a imaginação a engendrar alternativas. Ao apontar indicadores para o vasto campo de oportunidades de invenção educacional, Papert refere os ensinamentos do seu mentor, lembrando que “Piaget disse que entender é inventar. Ele estava pensando nas crianças. O princípio, porém, aplica-se a todos nós” (p. 45), designadamente aos *Schoolers*² e a todos os que acreditam que “determinada forma de aprendizagem é a forma certa e natural de aprender” (*Idem*).

Refletindo sobre o tema do sucesso ou insucesso da experiência dos computadores na escola, Papert reformula a questão “olhando sob a superfície” (*Ibidem*, p. 51). Segundo o autor, sob este olhar, pode-se, frequentemente, perceber uma coerência interna no que parecia ser apenas um erro identificar as resistências mentais que minam o progresso e daí perceber elementos dinâmicos que possam ser mobilizados para o tornar possível.

A chegada dos computadores à escola pela mão de professores progressistas implicou algumas mudanças, entre as quais se destaca o esbatimento entre matérias. No entanto, rapidamente a escola cuidou de transformar o computador numa nova matéria, acabando, desta forma, com aquela inusitada perturbação. Ao subverter a ideia de currículo, o computador acabou sendo transformado num tópico com um currículo próprio. De instrumento subversivo de mudança, os computadores passam a instrumento de consolidação, reforçando os aspetos mais conservadores da escola tradicional. Contudo, esta «formalização» não é um fenómeno inédito: como recorda Papert (*Ibidem*, p. 63), “a seu tempo, a escola também formalizou outras influências subvertedoras. Piaget, por exemplo, foi o teórico da aprendizagem sem currículo; a escola, então desenvolveu um «currículo piagetiano»”.

O fraco impacto que os computadores possam ter nos problemas enfrentados pela escola não fica a dever-se a falta de *software* nem sequer ao facto de não se saber como os utilizar; a razão pode muito bem ser o que Papert chama de reação imunológica, uma

² Papert utiliza este neologismo para se referir aos defensores da instituição escolar na sua estrutura atual.

manifestação espontânea da inteligência inata da escola que, como qualquer organismo vivo, se defende contra um objeto estranho e, neste particular, altamente subversivo.

Papert sente agora o embaraço de ter apontado o que na escola estava ‘errado’ e o que estaria ‘certo’, violando, assim, princípios básicos das suas ideias desenvolvimentistas; defende que, se algum dia a escola vier a utilizar bem os computadores será “como uma parte integral de um processo coerente de desenvolvimento” (*Ibidem*, p. 52) e não porque determinados investigadores tivessem apontado como o fazer. Acrescenta que, tal como os bons professores ao apostarem no desenvolvimento, os investigadores poderão contribuir melhor “quando entenderem o processo de mudança na escola como sendo um desenvolvimento e apoiarem-no utilizando as ideias que foram bem-sucedidas na compreensão da mudança” (*Idem*).

A presença dos computadores pode desempenhar um importante papel que transcende os objetivos educacionais específicos para os quais eles foram introduzidos: “ao entrar na cultura da escola, ele pode entremear-se na aprendizagem de muito mais formas do que seus promotores originais poderiam ter antecipado” (*Ibidem*, p. 62). A estes produtos, Papert chama efeitos de segunda ordem ou sistémicos.

Para Papert, a educação escolar não é um ato natural, autêntico: a instituição escola, recorrendo a mecanismos como as planificações diárias, prescrições curriculares, avaliações formais padronizadas e tantos outros «rituais», “tende constantemente a reduzir a aprendizagem a uma série de atos técnicos, reduzindo o professor ao papel de técnico” (*Ibidem*, p. 64), papel esse a que os professores resistem quando desenvolvem “relacionamentos humanos naturais, afetuosos, nas suas salas de aula” (*Idem*). Assim, o professor é colocado num estado de tensão entre dois polos – o técnico, desejado pela escola, e o sentido de identidade do profissional. Segundo o autor, o posicionamento do professor naquele *continuum* é uma questão crucial para a possibilidade de mudança na educação. Essa possibilidade joga-se na paradoxal questão de saber se a tecnologia irá fortalecer ou subverter a tecnicidade das práticas escolares; Papert aposta na tecnologia enquanto suporte para uma mudança paradigmática na educação tão ampla como na generalidade das atividades humanas com forte componente tecnológica; porém, e paradoxalmente, num processo oposto, ao preconizar que “na educação, a mudança virá pela utilização de meios técnicos para eliminar a natureza técnica da aprendizagem na escola” (*Idem*).

A atitude construcionista visa ensinar de molde a alcançar a maior aprendizagem com o mínimo de ensino. Este objetivo não se atinge, obviamente, reduzindo apenas a quantidade de ensino e deixando o restante inalterado; para apresentar a principal e necessária mudança, o autor utiliza a metáfora de ser preferível dar uma cana de pesca e ensinar a pescar um homem que tem fome do que simplesmente lhe dar um peixe. O construcionismo edifica-se admitindo que as crianças “farão melhor descobrindo (‘pescando’) por si mesmas o conhecimento específico de que precisam” (*Ibidem*, p. 135) em vez de serem alimentadas com o ‘peixe’ proporcionado pela educação tradicional. Nesse esforço de descoberta, os aprendentes deverão ser apoiados “moral, psicológica, material e intelectualmente” (*Idem*) para que consigam alcançar o conhecimento de que mais precisam – aquele que os ajudará a conquistar mais conhecimento. Voltando à metáfora, o autor refere que, além dos conhecimentos sobre pescar, é igualmente necessário ter bons instrumentos de pesca – com isto se referindo a artefactos tecnológicos como o computador – e também é fundamental ter águas férteis onde pescar – ou seja, uma vasta gama de atividades enriquecedoras.

Papert (1980) enfatiza que a inteligência deve ser definida e estudada *in situ*, não se podendo separar as aprendizagens do contexto de interação social onde ocorrem. Anos de observação permitiram-lhe formular a ideia de que os computadores melhorariam a aprendizagem escolar e apoiariam formas diferentes de pensar e aprender, se utilizados para lá do currículo; considera, igualmente, que são fundamentais por permitirem a manipulação de objetos partilháveis: “In my vision the computer acts as a transitional object to mediate relationships that are ultimately between person and person” (p. 183).

Pioneiro da ideia de computadores como instrumentos potenciadores de aprendizagem autónoma da criança e criação de micromundos, Papert criou a linguagem Logo, uma linguagem de alto nível, desenvolvida com o propósito de permitir a comunicação direta criança-computador, “roubar a tecnologia aos senhores dos laboratórios e dá-la para as crianças do mundo” (Papert, 2008, p. 44). A ideia do Logo é tornar as crianças menos dependentes de adultos como fornecedores de informação, é dar-lhes poder sobre o computador que as leve a aprender para além do currículo, opondo-se à perspetiva anterior de o utilizar ao seu serviço. “... the belief that the Logo philosophy was not invented at all, but is the expression of the liberation of learning from the artificial constraints of pre-digital knowledge technologies.” (Papert, 1999, p. XVI).

Considerando a sala de aula como ambiente de aprendizagem artificial, Papert (2008) observa que o computador permite uma aprendizagem natural (ou piagetiana). Opondo-se ao instrucionismo, Papert refere que o tipo básico de conhecimento humano é essencialmente intuitivo enquanto “o pensamento lógico-formal é um constructo artificial, embora certamente com frequência seja muitíssimo útil: a lógica está à mão, não no topo.” (p. 157).

Da convivência acadêmica de Papert com Piaget, resulta um trabalho que valoriza o pensamento concreto sem a conotação de trampolim para o abstrato: “A supervalorização do abstrato bloqueia o progresso na educação, sob formas que se reforçam mutuamente na prática e na teoria. (...) Minha estratégia é fortalecer e perpetuar o processo concreto típico até mesmo na minha idade” (Papert, 2008, pp. 142, 148).

Papert não só criou um instrumento pedagógico inovador como também se preocupou com o estado atual da escola:

A escola está a perder legitimidade aos olhos dos seus alunos, à medida que estes se vão apercebendo do atraso relativamente ao desenvolvimento da sociedade que é suposto ela servir, bem como dos métodos de aprendizagem retrógrados que continua a adotar.

Será que estamos mesmo à espera de que as crianças se mantenham passivas perante os currículos pré-digeridos do ensino básico, quando já exploraram o saber contido nas autoestradas da informação de todo o mundo e se abalançaram a realizar projetos complexos, procurando por si próprios o conhecimento e os conselhos de que necessitaram para os pôr em prática? (Papert, 1997, p. 26).

Otimista quanto à escola do futuro, antevê também a proliferação de locais de aprendizagem exteriores às escolas: “As perspectivas de transformação da escola são hoje diferentes porque, pela primeira vez, existem forças, realmente poderosas, operando no sentido da mudança” (*Ibidem*, p. 217) e a maior dessas forças serão as crianças que têm computador em casa e que rejeitam uma escola que não está em sintonia com a vida contemporânea.

Para Papert, as pessoas aprendem melhor ao construírem produtos com significado pessoal, ou que expressem algo de importante para elas. Sublinha ainda que os aprendentes devem ser encorajados a dar forma ou expressão às suas ideias. Nesta linha de pensamento, Ackermann (1995) preconiza a criação de ambientes onde as crianças possam ser criativas, refletir no que estão a fazer, dar forma aos seus pensamentos numa variedade de maneiras e, por último, mas não menos importante, trocar ideias com outras crianças com diferentes expectativas e nível de compreensão.

Ackermann (1995) está consciente de que, dadas as diferenças entre as pessoas, elas necessitam de diferentes tipos de orientação, em momentos distintos e em diferentes tarefas. Consequentemente, os bons professores devem compreender que equilíbrio entre liberdade e orientação, em determinado momento, será melhor para cada aprendiz, bem como serem suficientemente flexíveis para oferecerem diferentes tipos de encorajamento e espaços de elaboração conforme for necessário. Num sentido mais profundo, sabem também que nenhuma pessoa poderá satisfazer, em todos os momentos, todas as necessidades de todos os aprendizes. Por essa razão, cedem o controle, criando uma comunidade em torno de si e dos seus alunos, na qual todos se sintam confortáveis.

Segundo esta investigadora do MIT, um bom professor prepara o terreno para a construção de significados desenhando espaços de elaboração que sejam seguros, mas que permitam a exploração, expressão e partilha de ideias, projetos e produtos. A sala de aulas torna-se numa verdadeira cultura de aprendizagem se proporcionar a cada participante alguma capacidade de contribuir para o seu crescimento.

A abordagem pedagógica da integração das TIC foi desenvolvida por Papert que a colocou ao serviço do construcionismo.

(...) muitas foram as inovações introduzidas no mundo das novas tecnologias na sequência do desenvolvimento científico, o que não significa que a incorporação das novas tecnologias redundasse em alterações substanciais no modo de funcionamento das escolas, que mantiveram inalterável o essencial dos seus pressupostos organizacionais (Fino e Sousa, 2005, p. 61).

Papert perfilhou a ideia de que a aplicação educativa dos computadores se deveria afastar do ato de ensinar para se aproximar do ato de aprender.

My paradoxical argument is that technology can support megachange in education as far-reaching as what we have seen in medicine, but it will do this through a process directly opposite to what has driven change in modern medicine. Medicine has changed by becoming more and more technical in its nature; in education, change will come by using technical means to shuck off the technical nature of School learning (Papert, 1993, p. 56).

Assim, a **perspetiva construcionista da aprendizagem** releva o uso do computador como ferramenta de construção de novas aprendizagens. «Constructionism is built on the assumption that children will do best by finding ("fishing") for themselves the specific knowledge they need» (Papert, 1993, p. 139).

O autor defende que o computador deve ser utilizado nas atividades educativas como um instrumento fundamental na construção de conhecimento e não em proveito da transmissão de informação.

A aprendizagem ocorre através do uso do computador e da internet muito em particular quando estes são utilizados para criar condições que promovam a participação ativa dos alunos na aprendizagem. «Uma das maiores contribuições do computador é a oportunidade para as crianças experimentarem a excitação de se empenharem em perseguir os conhecimentos que realmente desejam obter» (Papert, 1997, p. 43). Desta forma, desvia-se o centro de interesse das informações que o professor fornece para as que o aluno efetivamente necessita procurar e encontrar para resolver os problemas que lhe são colocados.

O aluno torna-se ativo no processo de aprendizagem, pois

(...) os computadores, ligados à internet, por exemplo, ligam diretamente a colossais fontes de informação, acessíveis quase instantaneamente, e com as quais a escola da modernidade não pode competir. Isto significa que os computadores e as tecnologias afins retiram definitivamente às escolas a presunção de que são o locus de conhecimento, uma vez que a informação mais atualizada e mais relevante está disponível fora dos seus muros e o acesso a ela não depende do acesso à escola (Fino e Sousa, 2005, p. 62).

Com este potencial, os computadores e as tecnologias a ele associadas podem ser motor de mudanças nas escolas, já que possibilitam «(...) obviar a obsessiva Taylorização da escola» e anular «(...) quaisquer intuítos de massificação» (*Idem*).

Proporcionar aos estudantes o acesso ao computador para pesquisa de informação, por exemplo, pode fazer toda a diferença no processo de tomada de decisões relativamente às etapas a seguir, transformando-se uma simples pesquisa de informação numa atividade metacognitiva.

É de capital importância que a utilização das TIC traga mudanças qualitativas na forma de perceber e desenvolver as práticas pedagógicas e não se venha a transformar num sustentáculo tecnológico da escola tradicional. Neste sentido, Fino (2003b) adverte que a utilização de *software*, associado à utilização das TIC, só pode ser considerado educativo se for promotor da construção de ambientes de aprendizagem:

- a) situada e significativa;
- b) que estimule o desenvolvimento cognitivo, permitindo a aplicação, com a ajuda de um outro mais capaz (par ou professor), de um conhecimento mais elevado do que aquele que

cada aprendiz poderia aplicar sem assistência (zona de desenvolvimento proximal, segundo Vygotsky);

c) que permita a colaboração, igualmente significativa em termos de desenvolvimento cognitivo, entre aprendizes empenhados em realizar a mesma tarefa ou desenvolver o mesmo projecto;

d) que estimule transacções de informação em que os outros possam funcionar como recursos;

e) que estimule a intervenção do aprendiz como agente metacognitivo, o que acontece com maior intensidade quando o aprendiz actua como tutor;

f) que permita a criação de artefactos que sejam externos e partilháveis com os outros;

g) que favoreça a *negociação social do conhecimento* (que é o processo pelo qual os aprendizes formam e testam as suas construções em diálogo com outros indivíduos e com a sociedade em geral);

h) que estimule a *colaboração* com os outros (elemento indispensável para que o conhecimento possa ser negociado e testado). (Fino, 2003b, p. 695)

1.6. A teoria da aprendizagem situada de Lave e Wenger

Segundo esta teoria, a prática social obtém grande relevo sendo percebida como agente da maior importância para a aprendizagem, enquanto «(...) an integral part of generative social practice in the lived-in world» (Lave e Wenger, 1991, p. 35). É, no entanto, a participação e legitimação da prática social que leva a uma nova forma de perceber o processo de aprendizagem. Para Lave e Wenger (1991) a prática social deve acontecer através de um processo que designaram de Participação Periférica Legítima (PPL) que

(...) provides a way to speak about the relations between newcomers and old-timers, and about activities, identities, artifacts, and communities of practice. A person's intentions to learn are engaged and the meaning of learning is configured through the process of becoming a full participant in a sociocultural practice (Lave e Wenger, 1991, p. 29).

De acordo com Tobias e Duffy (2009), o conhecimento corresponde à atividade do aprendente, atividade esta que se desenvolve em função dos seus objetivos e ocorre em determinado contexto sociocultural. A visão situacional é uma das características definidoras da matriz construtivista. Esta visão contrasta com a visão dominante de que a aprendizagem se traduz no decurso do processamento de informação, incluindo conceitos, procedimentos e factos. Estendendo a análise da matriz situacional à aprendizagem em comunidades, Lave e Wenger (1991) demonstraram o papel da aprendizagem situada e o

desenvolvimento da identidade nos participantes, naquilo a que chamaram uma comunidade de prática.

Lave (1988) dedicou-se a debater e a refletir sobre o carácter social e situado da cognição; os estudos em que a autora apoiou essa reflexão destacaram as relações entre a cognição e os contextos de ação em que essa cognição acontecia. Posteriormente, em 1991, em trabalhos desenvolvidos com Wenger, o centro de atenção desvia-se da cognição para as reflexões sobre a aprendizagem, surgindo o carácter situado da aprendizagem numa visão mais focada nas comunidades de prática.

Wenger (1998) parte do conceito de comunidade de prática que, além de funcionar como uma porta de entrada de um esquema conceptual mais amplo, é assumido como um componente essencial de um quadro teórico que o autor se propõe desenvolver: o conceito de prática refere-se a um fazer, mas um fazer num determinado contexto histórico e social que confere estrutura e significado ao que se faz.

A abordagem de Lave e Wenger situa o conhecimento e a aprendizagem em comunidades de prática, conferindo-lhes o papel de condição intrínseca para a manifestação do conhecimento, evidenciando a ação como indissociável da vida da comunidade que a desenvolve e interligando os indivíduos às comunidades e o cognitivo ao social.

Os autores defendem que uma prática social está intimamente unida à presença ou à emergência de comunidades sociais ou grupos de pessoas que se identificam reciprocamente como ligadas a um determinado conjunto de ‘fazeres’ (ou ‘constelações de práticas’), que desenvolvem formas próprias e mais ou menos próximas de ‘fazer’. Ao fim de um certo tempo, estas comunidades acabam por ser reconhecidas pelos outros como elementos de uma dada categoria. Um “fazer” concreto será executado com recursos diversos, terá formas de execução diversas e estará ligado a significações e a estatutos diferentes consoante os tipos de práticas sociais que desenvolvem.

Lave e Wenger (1991) referem que o termo “comunidade” não implica inevitavelmente a presença simultânea, um grupo bem reconhecível ou limites socialmente observáveis. Analisando as características das práticas sociais que favorecem a emergência de comunidades de prática, Wenger (1998) revela as fontes de coerência de comunidades de prática: um empenhamento mútuo, um empreendimento conjunto e um repertório partilhado, dimensões que estabelecem relações mútuas entre si. O esquema apresentado

na figura 1 ajuda a pensar na referida interação e sumariza diversos aspetos que ele identifica como relevantes para a discussão de cada uma dessas dimensões.

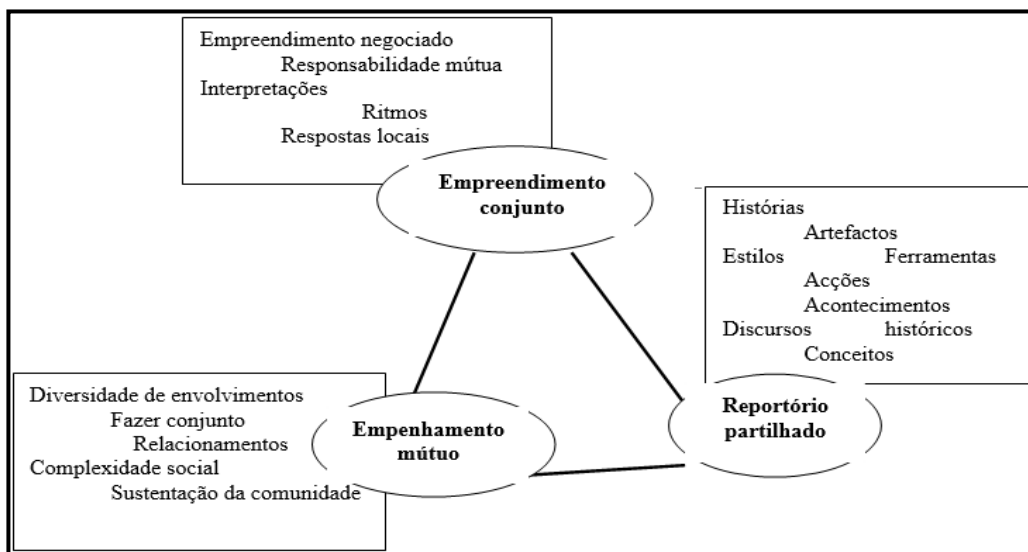


Figura 1 - Dimensões da prática como propriedade de uma comunidade. (Adaptado de Wenger, 1998, p. 73)

No que diz respeito ao **empenhamento mútuo**, os autores referem que circunstâncias como a proximidade física, a existência de relações pessoais, ser membro de uma determinada organização ou a identificação com um dado estatuto não são bastantes para explicar uma comunidade de prática; contudo, estes contextos ajudam a viabilizar interações sociais que são um dos suportes necessários para que uma prática social se fortaleça. Essas interações são relevantes pelo que possibilitam e concorrem para que os participantes se vejam envolvidos em algo comum: um empreendimento conjunto.

A diversidade própria de uma comunidade de prática e que se desenvolve ao longo da participação na prática também se relaciona com a ideia da parcialidade dos saberes ou competências de cada participante.

Outro elemento presente nesta dimensão é a complementaridade de papéis e de competências que os autores defendem revelar-se vantajoso para a harmonia da comunidade. No entanto, sendo um recurso para uma comunidade de prática, esta parcialidade pode também tornar-se uma limitação. A simultaneidade de aptidões e competências idênticas, a sobreposição de competências, tem também um papel na construção da coerência da comunidade de prática o que, segundo os autores, está profundamente relacionado com o papel da aprendizagem no desenvolvimento da prática social.

Outra característica da prática com um papel significativo para a criação da coerência da comunidade de prática é a ideia de negociação de um **empreendimento conjunto**. Por um lado, esta expressão destaca a noção de produção coletiva, por outro, a noção de negociação de Wenger (1998) liga-se à construção de algo por um conjunto de pessoas por decisão própria, e não por qualquer tipo de imposição externa. Emerge, assim, um sentido de apropriação e responsabilidade por aquilo que constroem. Desta forma, manifesta-se uma relação muito próxima com a dimensão do empenhamento mútuo.

Na sequência do empreendimento, os intervenientes também desenvolvem recursos físicos e simbólicos importantes no aparecimento da coerência da comunidade. Este conjunto de recursos integra a terceira origem de coerência da comunidade que Wenger (1998) denomina por **reportório partilhado**. Ao juntarem forças na construção do empreendimento, os diferentes participantes vão regulando os significados das suas ações, assim como dos contextos e limitações que encaram. Os diferentes significados que emergem acabam por se integrar e conferir congruência relativamente à prática que os une. Segundo o autor, é essa congruência que torna possível o aparecimento de um entendimento partilhado do que significa participar de forma competente nessa prática.

Lave (1982) refere a mensagem dos psicólogos para quem novas teorias da aprendizagem e uso da mente requerem uma mais ampla compreensão da organização social do conhecimento, aprendizagem e pensamento. Segundo a autora, “ainda não se compreende como o pensamento é moldado por, e molda, situações recorrentes rotineiramente, incluindo situações educacionais, na vida das pessoas” (p. 186), o que não deixa de representar um desafio interessante.

A aprendizagem, compreendida como processo social, acontece quando o aprendiz se torna participante numa determinada comunidade, ainda que essa participação tenha, inicialmente, um carácter periférico.

Esta característica de construção social do conhecimento harmoniza-se com o construtivismo social proposto por Vygotsky, Bruner e Bandura, já que fortalece o carácter colaborativo da aprendizagem.

A noção de PPL reflete a forma como o participante atua, inicialmente, na comunidade em que toma contacto com os práticas e linguagem utilizada pelos seus membros para, paulatinamente, se adequar a essa mesma comunidade e, dessa forma, se tornar membro

efetivo através da sua participação que se admite, nesse caso, como legítima (Lave e Wenger, 1991).

Contudo, o termo «periférica» não é empregue em sentido marginal nem deve ser tomado como sinónimo de importância diminuída, mas no sentido em que o participante é progressivamente mudado para uma comunidade e só depois, com um progressivo envolvimento na comunidade, se torna membro pleno. O percurso entre a participação periférica e a participação plena realiza-se com a cooperação dos membros da comunidade. O percurso e o processo relacionados com a participação periférica e plena determinam a aprendizagem do interveniente nesse grupo cultural, cuja matriz centralizadora das práticas vivenciadas constitui a matriz cultural desse mesmo grupo.

Desta forma, «Legitimate peripheral participation is proposed as a descriptor of engagement in social practice that entails learning as an integral constituent» (Lave e Wenger, 1991, p. 35). Logo, a aprendizagem é um processo situado culturalmente e socialmente, que «(...) não se limita à disponibilização de conteúdos e objetos de aprendizagem, mas inclui, obrigatoriamente, a experiência colaborativa das figurações e narrativas do conhecimento nos contextos e práticas da sua utilização e aplicação» (Dias, 2007, p. 31-32).

O processo de legitimação de um sujeito num grupo social implica **partilha e negociação** até se alcançar a participação plena que contrasta com a participação periférica. Como referem Lave e Wenger (1991) «Legitimate peripheral participation is intended as a conceptual bridge – as a claim about the common process inherent in the production of changing communities of practice» (p. 55). O caminho entre a participação periférica e a participação plena possibilita a aprendizagem que é, nesse caso, considerada nos seus aspetos social e cultural. Segundo esta perspetiva, «A aprendizagem é mediada pelas diferenças de perspetiva entre os alunos envolvidos cooperativamente na resolução de uma dada atividade» (Cachapuz *et al.*, 2002, p. 130).

Por conseguinte, a aprendizagem é compreendida como um processo que acontece através da participação numa comunidade contextualizada numa cultura, mediada por um conjunto simbólico que a caracteriza e é, portanto, situada.

Ao reputar-se a aprendizagem como sendo uma prática situada, elimina-se a eventualidade de a extrapolar, sob os mesmos modelos, para outros ambientes culturais, quer sejam ambientes formais como, por exemplo, salas de aula de escolas, ou ambientes

informais de aprendizagem. Logo, o conhecimento construído torna-se exclusivo para um determinado grupo social que desempenha uma tarefa específica num dado período temporal e espaço cultural. Nas palavras de Fino (2011a),

Para Lave e Wenger (1991), aprender é uma consequência de se estar no mundo desempenhando determinados papéis sociais, e não um processo separado do restante pelos muros da escola. Desse ponto de vista, o que os aprendizes necessitam não é tanto de uma mera instrução institucionalizada, mas de estarem em contacto com o mundo real, ou seja, trazendo a escola para a realidade do mundo (Fino, 2011a, p. 50).

Situar o conhecimento implica, forçosamente, situar também o indivíduo no contexto onde esse conhecimento tem legitimidade. Surge, desta forma, uma nova maneira de compreender o processo de aprendizagem, segundo a qual «Aprender é uma parte integrante da vida social de todos os dias e acontece no mundo concreto, que não pode ser “desligado” para se seguir a aprendizagem» (Fino, 2009, p. 201).

Segundo Lave (1988), «The issue of context offers an illustration of the dilemmas that such attributions create. Thus, a contextually grounded theory of cognition requires a theory of situations» (p. 84). De acordo com esta perspetiva, a aprendizagem não compromete apenas o indivíduo, mas é antes algo que envolve um processo de participação social que advém da integração de fatores que se alteram de acordo com o contexto em que ocorre.

Os processos de aprendizagem desenham-se através do percurso de definição de uma linguagem, objetivos e práticas comuns orientadas para a partilha de experiências, métodos e estratégias. E representam, deste modo, a possibilidade de desenvolvimento das interações sociais e cognitivas que se organizam em torno das figurações da representação, atividades e contextos, desempenhando este modelo um papel cada vez mais importante para a compreensão dos processos de flexibilização da educação e formação para a Sociedade do Conhecimento (Dias, 2007, p. 32).

A teoria da aprendizagem situada, ao patentear a correlação entre aprendizagem e participação, destaca a importância da **linguagem** na qualidade de uma espécie de salvo-conduto para a participação plena na comunidade.

Participation is always based on situated negotiation and renegotiation of meaning in the world. This implies that understanding and experience are in constant interaction – indeed, are mutually constitutive. The notion of participation thus dissolves dichotomies between cerebral and embodied activity, between contemplation and involvement, between abstraction and experience: persons, actions, and the world are implicated in all thought speech, knowing, and learning (Lave e Wenger, 1991, p. 52).

Neste exercício entre interação social e participação, o indivíduo constrói a sua identidade.

O sujeito constrói a sua identidade pessoal a partir não só da relação consigo próprio, no conflito entre imagens de si (presentes, passadas e idealmente projectadas), como a partir da relação que ele estabelece com o outro, no reconhecimento desse outro e da diferença entre ambas (Fino e Sousa, 2003, p. 233).

Desenvolve-se, assim, uma maneira dialógica de aprender, na qual os membros da comunidade exercem partilha dando e recebendo, num processo dinâmico de aprendizagem em que os iniciados aprendem com os peritos e mais experientes. Lave e Wenger (1991) denominaram de *scaffolding* esta metodologia de construção negociada de significados.

It implied emphasis on comprehensive understanding involving the whole person rather than “receiving” a body of factual knowledge about the world; on activity in and with the world; and on the view that agent, activity, and the world mutually constitute each other (Lave e Wenger, 1991, p. 33).

Procedimentos consecutivos de *scaffolding* levam à aprendizagem e, portanto, à participação completa de um indivíduo na comunidade. Este método está relacionado com o desenvolvimento de um espaço lexical e semântico comum, por via da negociação social de significados, «(...) learning (...) implies becoming able to be involved in new activities, to perform new tasks, functions, to master new understanding. Activities, tasks, functions, and understanding do not exist in isolation; they have meaning» (Lave e Wenger, 1991, p. 53).

Desta forma, a prática de ensinar e de aprender, bem como as atividades cognitivas e as comunicacionais, coexistem simultaneamente na mesma pessoa, possibilitando a gestão e a construção recíprocas do conhecimento. «In theory of practice, cognition and communication in, and with, the social world, are situated in the historical development of ongoing activity» (*Ibidem*, p. 51).

No âmbito desta teoria, é indispensável a participação da comunidade para que aconteça a aprendizagem, sublinhando-se, desta forma, uma estreita ligação entre cultura e cognição, o que leva Lave (1988) a afirmar que «If culture and cognition are treated as aspects of a single phenomenon, they must both in the end be allocated to the same nexus in the social world» (p. 91).

Os processos de aprendizagem acontecem quando os indivíduos com interesses semelhantes debatem, partilham e negociam significados num determinado local (físico ou virtual) sendo, portanto, indivíduos intervenientes em atividades enriquecedoras integrantes de uma mesma comunidade de prática. Como já foi brevemente abordado na página 33, uma comunidade de prática é:

(...) a set of relations among persons, activity, and world, over time and in relations with other tangential and overlapping communities of practice. A community of practice is an intrinsic condition for the experience of knowledge, not least because it provides the interpretative support necessary for making sense of its heritage (Lave e Wenger, 1991, p. 98).

O sentido de pertença ao grupo incita os participantes a serem indivíduos ativos nessa mesma comunidade de prática.

Tornar-se membro de uma comunidade significa participar nas práticas culturais, interagir com os objetos e lugares do conhecimento, e aceder às representações da comunidade enquanto recursos de aprendizagem gerando, deste modo, uma cultura de participação e construção colaborativa da rede de ideias e conhecimento do grupo (Dias, 2007, p. 33).

Para participar de modo efetivo numa comunidade, não basta a um indivíduo “estar presente”, ele tem que se envolver mas atuar de determinada maneira, «(...) participation in social practice (...) suggests a very explicit focus on the person, but as person-in-the-world, as a member of a sociocultural community» (Lave e Wenger, 1991, p. 52).

Ser membro, de facto, ativo e participativo numa dada comunidade é, pois, um requisito básico para o processo de aprendizagem. Os grupos entendidos enquanto comunidades de prática mostram-se fundamentais para a aprendizagem de um indivíduo, razão pela qual têm merecido a atenção de especialistas e investigadores em educação.

Wenger (1998) reconheceu a existência de três dimensões das comunidades de prática: **1)** atividade conjunta entre os diferentes elementos que, através de processos contínuos de negociação, fomentam a formação de **2)** identidade social do grupo que se traduz na **3)** criação de um repertório comum composto por hábitos, artefactos e linguagem própria.

A comunidade de prática edifica-se numa rede de relações entre vários indivíduos, onde a linguagem, os artefactos e as simbologias constituem os mediadores dessas mesmas relações. «People's social relationships give structure to their activities. Peoples experience "problems" subjectively in the form of dilemmas and, so motivated, "problem-

solving" activity often leads to more or less enduring resolutions rather than precise solutions» (Lave, 1988, p. 124).

Ser membro efetivo de uma comunidade de prática assume-se como condição inerente à construção de conhecimento; neste âmbito, conhecer passa a ser sinónimo de participar de forma capaz e adequada nas atividades desenvolvidas no seio de uma determinada comunidade. Por contraste, a autora refere a ideia de cognição dissociada do seu contexto:

All of these dissociate cognition from its contexts and help to account for absence of theorizing about experiments as social situations and cognition as socially situated activity. The enterprise also rests on the assumptions of cultural uniformity which is entailed in the concept of knowledge domains. "Knowledge" consists of coherent islands whose boundaries and internal structure exist, putatively, independently of individuals. So conceived, culture is uniform with respect to individuals, except that they may have more or less of it (*Ibidem*, p. 43).

A comunidade de prática manifesta a partilha de uma coleção de valores e de princípios que acabam por dar forma a uma identidade grupal em que se realiza o diálogo articulado entre o contexto, a identidade, a participação e a aprendizagem:

(...) a produção do conhecimento é observada como uma elaboração contextualizada, ligada à experiência da sua utilização individual e do grupo cultural, evidenciando, deste modo, que o conhecimento depende, em larga medida, das pessoas que o vivem e o atualizam. Esta perspetiva coloca em destaque as interações entre os membros do grupo e a sua função, quer no desenvolvimento das dimensões social e cultural, quer também como meio para a experiência partilhada dos cenários de aprendizagem e produção do conhecimento que determinam o sentido dinâmico do contexto (Dias, 2007, p. 34).

Sendo por muitos considerada um pilar essencial da aprendizagem, a participação em comunidades de prática distingue-se de outros processos mais estudados: «In contrast with learning as internalization, learning as increasing participation in communities of practice concerns the whole person acting in the world» (Lave e Wenger, 1991, p. 49).

Nas comunidades de prática desenrola-se uma cultura de participação que suporta uma ideia pedagógica apoiada na partilha entre os seus elementos; estas comunidades tendem a ser sistemas dinâmicos e complexos, desenvolvendo um processo adaptativo que permite aos seus elementos realizar uma aprendizagem ao longo da vida.

Comunicar e aprender em rede são, assim, aspetos da mudança em curso no desenvolvimento da educação e formação para a Sociedade do Conhecimento. No entanto, como referimos, a emergência das comunidades resulta da intencionalidade e práticas de envolvimento, que não se limitam à interação social ou à aprendizagem individual, mas estendem-se, necessariamente, aos aspetos da mediação colaborativa na criação do conhecimento distribuído (Dias, 2007, p. 31).

Esta nova interpretação dos fenômenos associados à aprendizagem, enquanto processos de participação e de mudança, leva a imputar novos significados à metáfora da zona de desenvolvimento proximal (ZDP) de Vygotsky. Segundo os autores, podem distinguir-se três categorias de interpretações do seu significado:

- Uma primeira interpretação, ao entender-se a ZDP como a distância entre a capacidade de resolução de problemas quando o aprendiz está sozinho ou acompanhado, deu origem ao conceito de *scaffolding* no qual as práticas pedagógicas levam o aprendiz a adquirir um progressivo nível de autonomia.
- Valorizando os aspetos relacionados com a cultura, uma segunda aceção considera que a ZDP corresponde à distância entre o conhecimento contextualizado numa cultura e a experiência individual de cada aprendiz.
- Uma terceira significação confere à ZDP uma marca distintiva mais relacionada com o coletivo, associando-a à distância entre as ações quotidianas individuais e o modo de transformação social; segundo esta aceção, a participação numa comunidade de prática não implica um obstáculo à mudança, atuando, pelo contrário, como catalisadora da mudança e renovação.

Concluindo, a aprendizagem resulta numa ponte entre os participantes de uma comunidade de prática e a cultura da sociedade envolvente. Lave e Wenger (1991, p. 47) consideram que «(...) the concept of legitimate peripheral participation provides a framework for bringing together theories of situated activity and theories about the production and reproduction of social order.»

Ao criarem-se redes de significados partilhados entre os aprendentes, está-se a romper com um paradigma cultural que confere legitimidade ao ensino enquanto transmissão e imposição de conhecimentos antecipadamente filtrados. Mudando o entendimento de aprendizagem enquanto transmissão para aprendizagem enquanto participação em comunidades de prática, coloca-se sob suspeita a desequilibrada distribuição de poder, culturalmente legitimada e, aparentemente, aceite pela maioria. Assim:

(...) legitimate peripherality is a complex notion, implicated in social structures involving relations of power. As a place in which one moves toward more-intensive participation, peripherality is an empowering position. As a place in which one is kept from participation more fully – often legitimately, from the broader perspective of society at large – it is a disempowering position (Lave e Wenger, 1991, p. 36).

Com esta nova maneira de situar o conhecimento e de evidenciar os processos de aprendizagem, é possível avançar com mudanças nos métodos de gestão empresarial e contestar diferentes aspectos da organização escolar. No que concerne às práticas pedagógicas, os autores sistematizam aspectos essenciais para o efetivo processo de mudança:

- Papel do professor – deve dar prioridade à concepção de contextos de aprendizagem que estimulem a participação social dos alunos, ao invés de ser um simples transmissor de informação;
- Mudança da aprendizagem cognitiva para a aprendizagem social – o centro da prática docente deve deslocar-se da cognição, enquanto alargamento do número de conhecimentos, para as práticas sociais, dando relevância à qualidade do conhecimento construído;
- Relação entre aprendizagem social e a formação da identidade – sendo a aprendizagem um fenómeno social culturalmente contextualizado, no qual sucede a negociação partilhada de significados, fomenta a gestão do conhecimento construído e estabelece a formação da identidade pessoal.

É essencial que os espaços de aprendizagem se configurem para se tornarem ambientes favoráveis à participação social. Fino (2009) assinala uma discrepância entre os contextos de aprendizagem e os contextos escolares:

(...) uma tarefa cognitiva é uma construção social mesmo que decorra no interior de uma escola, sendo o seu contexto o contexto social dessa escola. O problema é que existe um *décalage* entre o contexto social e o contexto social escolar, existindo uma apreciável distância entre a atividade autêntica, que corresponde ao que fazem os praticantes em situações reais, e a atividade escolar, que consiste na prática descontextualizada do real, ainda que inserida no contexto escolar (Fino, 2009, p. 201).

Segundo Rogoff (1984), o contexto social afeta a atividade cognitiva em dois níveis:

According to Vygotsky (1978), first, sociocultural history provides tools for cognitive activity (e.g. writing and calculators) and practices that facilitate reaching appropriate solutions to problems (e.g. norms for the arrangement of grocery shelves to aid shoppers in locating what they need, common mnemonic devices, scripts and frames for interpreting events). Second, the immediate social interactional context structures individual cognitive activity. Information regarding tools and practices is transmitted to children and other novices through interaction with more experienced members of society. In practical situations the context provides information and resources that facilitates the appropriate solution of the problem at hand. (Rogoff, 1984, p. 4)

São as experiências vivenciadas numa comunidade de prática que estimulam os incessantes processos de construção de conhecimento e de identidade individual. Assim, a participação periférica legitimada, ao proporcionar a iniciação de um novo participante num grupo, colabora quer para a sua autotransformação, quer para a heterotransformação dos outros indivíduos da comunidade, levando a alterações nas práticas sociais. Por conseguinte, a construção de conhecimento torna-se fluente e dinâmica. As ligações recíprocas entre participação, linguagem, artefactos, comunidade de prática e personalidade constitui um fator unificador na teoria da cognição situada.

A escola que melhor conhecemos mostra poucas semelhanças com as comunidades de prática descritas nesta secção; contudo, um pequeno grupo de estudantes, num contexto incomum, envolvido em atividades de frequência opcional (como o projeto SPAR) pode muito bem gerar uma prática social impulsionadora da aprendizagem.

1.7. A aprendizagem enquanto processo metacognitivo

Segundo Correia (2011), a metacognição refere-se, em primeiro lugar, à ideia da existência de uma consciência individual e compreensão dos seus próprios processos mentais, dos processos cognitivos e formas de aprendizagem.

O conceito de cognição é amplo e inclui todas as atividades mentais que proporcionem as operações mentais ligadas à aquisição, ao armazenamento, à recuperação e ao uso do conhecimento. A cognição abrange igualmente a capacidade para pensar, para processar e para armazenar informações e, ainda, para resolver problemas, sendo considerada como um comportamento de alto nível que pode ser único para os seres humanos.

A metacognição é a perceção que um indivíduo tem dos processos do seu próprio pensamento e traduz a maneira como o indivíduo vê a sua própria aprendizagem.

O entendimento do próprio pensamento e dos processos de aprendizagem viabiliza o reconhecimento de formas de aprendizagem pessoal. Conhecimento metacognitivo será, então, o conhecimento que um sujeito tem sobre a sua própria cognição, que pode ser aproveitado para observar e controlar as suas aptidões e processos cognitivos. Segundo Flavell (1977), citado por Correia (2011, p. 147), metacognição é o conhecimento sobre os processos cognitivos que um indivíduo possui e que pode ser usado para o controlo dos processos mentais:

“Metacognition refers to one’s knowledge concerning one’s cognitive processes and products, or anything related to them ... metacognition refers, among other things, to the active monitoring ... regulation and orchestration of these processes.” (Flavell, 1977)

Por um lado, Flavell (1976), entende a metacognição como a tomada de consciência e a regulação da própria atividade cognitiva e dos processos de pensamento subjacentes, ou, dito de outra forma, a metacognição como sendo equivalente à regulação consciente, “(...) among others things, the active monitoring and consequent regulation and orchestration of these cognitive processes in relation to cognitive objects or data on which they bear, usually in the service of some concrete goal or objective” (Flavell, 1976, p. 232), por outro lado, o autor admite que as experiências metacognitivas, assinaladas, inicialmente, como conscientes, podem incluir situações não conscientes; é, por exemplo, o caso do sujeito que experiencia um sentimento, mas não o consegue interpretar, não tendo, portanto, consciência das suas implicações.

O conceito fundamental de teoria de Ausubel é o de *aprendizagem significativa*, em contraste ao de aprendizagem memorística. Para aprender significativamente, o indivíduo deve optar por relacionar os novos conhecimentos com as asserções e conceitos relevantes que já domina. Pelo contrário, na aprendizagem memorística, o novo conhecimento pode obter-se simplesmente pela memorização verbal e pode integrar-se arbitrariamente na organização de saberes de uma pessoa, sem interagir com o conhecimento já existente.

Para Novak e Gowin (1999), é importante distinguir entre o tipo de estratégia de instrução que se utiliza e o tipo de processo de aprendizagem em que o aprendente se enquadra. A figura 2 ilustra que, seja qual for a estratégia de instrução, a aprendizagem pode variar desde a que está próxima da memorística até à altamente significativa – desde a *aprendizagem recetiva*, onde a informação é dada diretamente ao aprendente, até à *aprendizagem por descoberta autónoma*, onde o aprendente identifica e seleciona a informação a aprender. Mostram-se formas típicas de aprendizagem para se ilustrar onde encaixam na matriz as diferentes atividades representativas destes tipos de aprendizagem.

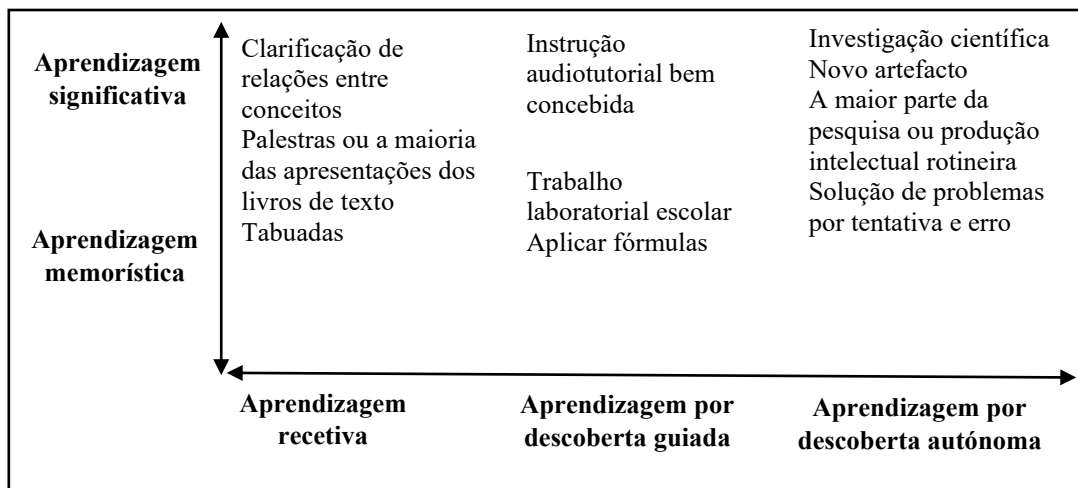


Figura 2 - Matriz da aprendizagem. (Adaptado de Novak e Gowin, 1999, p. 24)

A *meta-aprendizagem* refere-se à aprendizagem que lida com a natureza da aprendizagem, ou seja, é a aprendizagem acerca da própria aprendizagem. Já a noção de *metaconhecimento* tem a ver com o conhecimento que lida com a natureza do próprio conhecimento e do ato de conhecer. Segundo os autores, a preocupação com o metaconhecimento data da antiguidade, especialmente de algumas das análises de Sócrates, Platão e Aristóteles. Os recentes e acelerados avanços na produção dos conhecimentos científicos originaram o interesse pela “metaciência”, o estudo de como se produz o novo conhecimento nas ciências; este interesse serviu, por seu turno, de incentivo para renovar a abnegação e cuidado que se concede ao metaconhecimento.

As melhores estratégias de meta-aprendizagem devem ser acompanhadas por estratégias que facilitem a aprendizagem sobre o metaconhecimento. A meta-aprendizagem e o metaconhecimento, conquanto interligados, são dois corpos distintos de conhecimento que caracterizam a compreensão humana. A aprendizagem sobre a natureza e a organização do conhecimento leva os estudantes a perceberem como é que eles aprendem, enquanto o conhecimento sobre a aprendizagem facilita a sua visão de como os seres humanos constroem o novo conhecimento.

Segundo Correia (2011), há uma relação entre as aptidões e os conhecimentos envolvidos na realização de pesquisas úteis com os motores de busca da Internet e o pensamento lógico, o que patenteia ter implicações no processo metacognitivo. Recorrer sistematicamente a **técnicas de pesquisa** na Internet em situação de trabalho é uma tarefa válida e de grande valor; além de poder tornar o aprendiz um utilizador da Internet mais eficiente, pode contribuir para o desenvolvimento da imprescindível compreensão para a execução de outras pesquisas eficazes que possam ser deslocadas para novas vertentes

da atividade e que se relacionem com outras estratégias metacognitivas. No que concerne aos conceitos da aprendizagem construtivista, o autor propõe-nos um olhar sobre um conjunto relevante de características à volta das quais a teoria da aprendizagem construtivista aparenta ter sido edificada e que se resumem nas rubricas propostas por Jonassen, Peck e Wilson (1999):

- O fundamental é a construção do conhecimento e não a sua reprodução
São os processos que o aprendente põe em prática e o uso que deles faz que são essenciais para a construção de novo conhecimento e de compreensão, ao invés do facto de saber algo como um produto acabado. O aprendente participa ativamente no controlo e no processo de aprendizagem.
- As tarefas autênticas em contexto significativo são encorajadas
Tarefas autênticas, como a resolução de problemas, são usadas para situar a aprendizagem no contexto familiar e em contextos atraentes e realistas.
- A reflexão sobre a experiência prévia é valorizada
Os aprendentes são instados a aludir aos novos conhecimentos e novos conceitos, e a conhecimentos e experiências pré-existentes, que possibilitem que o “novo” possa ser integrado com o já conhecido.
- O trabalho colaborativo para a aprendizagem é incentivado
O diálogo com os outros possibilita novas perspetivas e opções a ter em conta na elaboração de conclusões pessoais. Conhecimentos variados, distintos pontos de vista e a capacidade de compreensão podem ser tidos em linha de conta antes de avançar para o estágio seguinte.

Capítulo 2. A PREMÊNÇA DA INOVAÇÃO PEDAGÓGICA

2.1. Necessidade de mudança

Logo que, numa inovação, nos mostram alguma coisa de antigo, ficamos sossegados.

Friedrich Nietzsche

Quando o padre apoia uma inovação, ela é má; quando se lhe opõe, ela é boa.

Denis Diderot

Ao refletir sobre as rápidas mudanças do mundo atual, Toffler (1970) refere que, no passado, os indivíduos eram treinados a não fazer perguntas, a não pensar, a não inovar. Na era da informação, pelo contrário, exige-se que se esteja bem preparado, que se pense, que se imaginem soluções criativas. Nesta nova época, inundada de poderosos meios de produção e de transmissão de informação, a sociedade atual “precisa de homens capazes de julgar e decidir criteriosamente, de abrir o seu caminho através de ambientes novos e de acompanhar sem dificuldade a transformação rápida e constante da realidade” (p. 396).

O visionário autor vem-nos dizer que o nosso paradigma educacional não se coaduna com um mundo cada vez mais tecnológico, competitivo e global; há que criar uma alternativa à escola atual procurando os nossos métodos e objetivos no futuro e não no passado.

Segundo Azevedo (1999), há que refundar o sistema de educação escolar em novas bases, inscrevendo-o noutra matriz de desenvolvimento, empreendendo a transição do paradigma económico e utilitário para o paradigma do desenvolvimento humano.

A aceleração da mudança e a vertigem que percorre o quotidiano de uma sociedade sobreinformada aconselham uma revalorização da imaginação e da criatividade. (...) O que é preciso mudar, afinal, é também o modelo de educação escolar, que temos erguido na senda utilitarista, construído sob o impulso direto para o crescimento económico, apresentado quotidianamente como uma gigantesca máquina de produção em série, típica de uma época que velozmente parece caminhar para o seu fim. (Azevedo, 1999, p. 162).

Sousa (2002) relembra a adequação social do papel da escola no período que nasceu com a Revolução Industrial:

Com o desenvolvimento das sociedades modernas, o advento da escola veio romper com esta relação quase dualista para se tornar espaço privilegiado de preparação das crianças para o mundo dos adultos, um mundo que se propunha estável, constante e invariável, explicável pela existência de uma ordem absoluta a reger todas as coisas do universo. Para isso, bastava retirar as crianças da vida para, na escola, serem melhor preparadas

para ela. Prevaleciam os princípios da intemporalidade e da universalidade deterministas que previam os mesmos resultados aqui ou acolá, hoje iguais aos de ontem, uma vez que as condições eram semelhantes (Sousa, 2002, pp. 307-308).

Ao referir-se à atualidade, tão marcada pelas noções da imprevisibilidade e do caos e, logo, pelas ressonâncias dessa desordem na concepção epistemológica do conhecimento, a autora apresenta um cenário completamente diferente:

(...) existe uma consciência crescente da descontinuidade, da não-linearidade, da diferença, da necessidade do diálogo, da polifonia, da incerteza, da dúvida, da insegurança, do acesso, do acaso, do desvio e da desordem (Sousa, 2007a, p. 21).

Neste novo contexto de transição paradigmática (...) o conhecimento surge-nos, assim, fluido, descontínuo, efêmero, imprevisível e caótico! Não são claras as fronteiras entre o que é o conhecimento científico e o senso comum; não são claras as fronteiras entre as ciências físicas e naturais e as ciências humanas e sociais; não são claras as fronteiras entre as diversas disciplinas; não são claras as fronteiras entre o sujeito que investiga e o sujeito/objeto investigado (Sousa, 2011, pp. 78-79).

Atravessamos um tempo de mudança que pode ser aproveitado como alavanca necessária para a melhoria da Escola. Rejeitar este ensejo é declinar o desenvolvimento, mantendo a Escola presa a um passado distante que não mais gera as soluções necessárias para os novos problemas que já se colocam à sociedade.

Nos nossos dias de desregulação e de crise insistente, o kit de sobrevivência requer outras habilidades obrigatórias, como autonomia, criatividade, pensamento crítico, capacidade de absorver a mudança, lidar com o inesperado, aprender de forma permanente. E os ambientes de aprendizagem, escolares ou não, devem proporcionar a aquisição dessas novas habilidades, nomeadamente permitindo e encorajando o exercício delas. (Fino, 2011b, p. 105)

Há que tentar afastar a noção de conhecimento enquanto obtenção e apropriação de algo exterior ao aprendente, uma ideia que se vai perpetuando nas salas de aula teimosamente, apesar de todas as evidências científicas em sentido contrário. Aquela noção tem o efeito de contrariar uma das funções essenciais da educação escolar e, conseqüentemente, pôr em causa a sua própria legitimidade:

Chegámos ao momento, portanto, em que o velho paradigma, exausto, pode dar lugar a um outro, capaz de ir ao encontro de novas e indeterminadas necessidades de uma nova ordem pós industrial já emergente. Talvez ainda seja demasiado cedo antevermos os contornos exatos do paradigma que se seguirá (...).

E eis o ponto crucial: devido ao avanço exponencial da ciência, pende sobre o conhecimento as ameaças permanentes da crise epistemológica e da caducidade. O que sabemos desatualiza-se dramaticamente depressa. As escolas já não preparam mais para a vida depois dela, nomeadamente porque são incapazes de prever como essa vida será. Então, servem para quê? (Fino, 2011a, pp. 47-48).

Advém deste questionamento a urgência de reformular as práticas educativas; o repto é expulsar das salas de aula aquela compreensão redutora de conhecimento e, coerentemente, implementar formas de entender o conhecimento enquanto processo sociocultural.

Dado o contexto do tempo presente, sujeito a rápidas mudanças que nem sempre se conseguem reconhecer em tempo oportuno, sinais claros de iminente transição paradigmática, Santos (2000) alude à relevância de se refletir acerca da mudança de paradigmas sociais e epistemológicos perante a celeridade, a imprevisibilidade e o alcance com que essas mudanças ocorrem.

A transição paradigmática é (...) um ambiente de incerteza, de complexidade e de caos que se repercute nas estruturas e nas práticas sociais, nas instituições e nas ideologias, nas representações sociais e nas inteligibilidades, na vida vivida e na personalidade (Santos, 2000, p. 45).

Preocupado com a magnitude das dificuldades com que se vão confrontar no mercado de trabalho os jovens que agora frequentam os estabelecimentos de ensino, Figueiredo (2017) refere elementos distintivos da nova normalidade como a disseminação das economias da partilha (ou do trabalho temporário), o subemprego dos graduados, a proliferação do multiemprego e a persistência de altas percentagens de jovens “nem-nem”, que nem estudam, nem trabalham, nem recebem formação profissional.

Será neste mundo que os atuais estudantes das nossas escolas vão ter de se integrar, se diferenciar e se consolidar, se desejarem alcançar a sua plena realização. Que competências devem adquirir, para fugirem ao estatuto de precários, subempregados, “nem-nem”?

Vindos, como vêm, de sistemas de ensino vinculados ao mandato de produzirem funcionários uniformes, rotineiros, dependentes, como transformá-los em cidadãos autónomos, afirmativos, inovadores, solidários, que se distingam dos algoritmos de aprendizagem automática que hoje os substituem, cada vez mais, em tudo quanto possa ser padronizado? Que competências para, quando especializados numa área que se torna obsoleta, se reconfigurarem para outra, radicalmente distinta? E para lidarem com a incerteza que caracteriza os nossos dias? E para decidirem em situações não-lineares, de grande complexidade e indeterminismo? E para liderarem e saberem ser liderados? E para interiorizarem, pela prática, que muitos dos sucessos dos nossos dias se encontram para lá de grandes derrotas e frustrações? E para se apaixonarem pelas tarefas que executam? E para assumirem autonomamente, individual e coletivamente, os seus destinos? (Figueiredo, 2017, p. 327)

O autor sublinha que este seu contributo para um projeto da Comissão Europeia não aborda a totalidade das competências que os jovens devem deter, mas sim as competências de nova geração que devem ver reforçadas ou reformuladas para que possam encarar os reptos das próximas décadas. Estas competências distinguem-se das competências disciplinares habituais pelo seu carácter transversal (cobrindo mais do que um domínio) e multidimensional (incorporando saberes, aptidões, atitudes, valores) e por induzirem condutas de ordem superior quando utilizadas na resolução de problemas complexos e em situações de elevado nível de incerteza.

Partindo dos principais referenciais internacionais de competências de nova geração concebidos nas últimas décadas³, Figueiredo (2017) propõe um referencial de síntese (figura 3) das competências que os jovens que concluem a escolaridade obrigatória deverão possuir quando se preparam para encetar estudos superiores, procurar emprego ou prosseguir vida autónoma criando o seu próprio emprego.

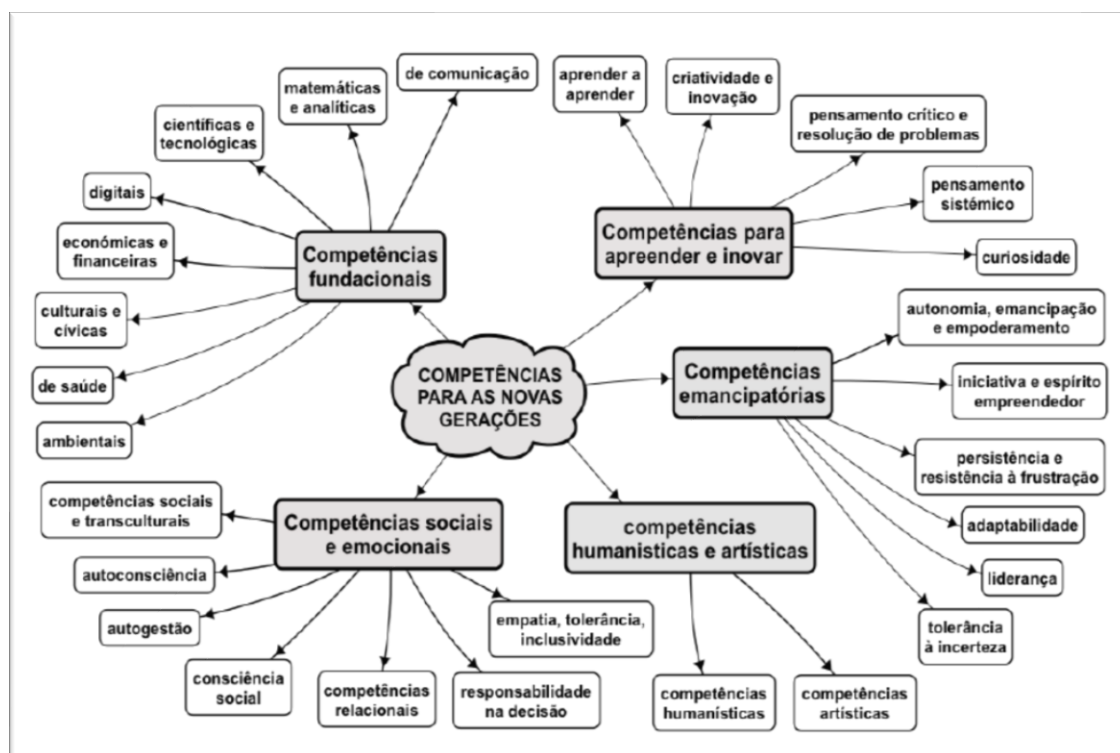


Figura 3 - Competências para as novas gerações. (Fonte: Figueiredo, 2017, p. 327)

³ O autor utilizou quatro grandes referenciais: Partnership for 21st Century Learning (2006); Key Competences for Lifelong Learning (2006), da União Europeia; referencial de competências globais da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), 2016) World Economic Forum (WEF, 2015; WEF, 2016).

O autor refere que o reforço das *competências digitais*, que inclui numa única categoria de topo, que denomina de Competências Fundacionais, assume atualmente um carácter crítico já que,

Embora os jovens dominem as tecnologias digitais com destreza, fazem-no de formas meramente instrumentais, dirigidas para o consumo (de músicas, jogos e outros conteúdos), que excluem agilidades conceptuais e culturais superiores, ignoram os perigos de uma exposição pública alargada e aceitam ingenuamente as informações falsas que circulam online. É essencial, por isso, assegurar que os jovens evoluem do estatuto de meros consumidores para o de utilizadores esclarecidos, e deste para o de criadores e participantes ativos. O desafio não é, assim, o de desenvolver nos jovens competências instrumentais para o “uso” das tecnologias, mas sim de os preparar para uma pertença cultural plena, madura, ativa e autónoma à nova era. (Figueiredo, 2017, p. 329)

A utilidade de um referencial de competências, segundo o autor, está no seu valor operacional – a sua capacidade para induzir inovação e mudança. No caso do referencial do *Partnership for 21st Century Learning (2006)*, ou *P21*, a operacionalização faz-se cruzando este referencial com quatro “sistemas de apoio” – normas e avaliação, currículo e ensino, desenvolvimento profissional e ambientes de aprendizagem – apoiado por um conjunto de mapas, um para cada “saber-chave”, que analisa um meticuloso entrelaçado com as competências, ocupando mais de uma centena de páginas.

A minha opção, que explicarei em trabalhos futuros, baseia-se num cruzamento mais simples entre o referencial das competências e um referencial das pedagogias que as promovem. Em destaque, nesse referencial, surgem as pedagogias da explicação, da emancipação, da socialização, do treino, da criação e da construção. (Figueiredo, 2017, p. 332)

Aceitar a mudança significa levantar amarras e rumar ao desconhecido. Sousa e Fino (2010) referem que “Estamos, portanto, a atravessar um estado de crise, que convida à reflexão e à ação. O contrário seria ficarmos de braços cruzados a assistir ao colapso mais que previsível da velha instituição escolar sobre as nossas cabeças” (p. 19).

Há que procurar reconhecer, nos ambientes tradicionais de ensino, nichos onde a inovação possa florescer, possibilitando a geração de ambientes de aprendizagem de inspiração construtivista.

A ideia é aliar a investigação (...) ao intuito de inovar, a partir de um juízo macro sobre a escola na sua generalidade, fundado na investigação. Por outras palavras trata-se de encarar o investigador como um agente transformador, aventurando-se nas areias movediças de não se saber, com nitidez, onde começa um e acaba o outro, ou, caso coexistam, como chegarão ao final sem se desfazer essa harmonia cúmplice entre a dúvida que impele à pesquisa e a certeza que conduz à ação (Fino, 2010, p. 2).

Colocados os elementos de um paradigma caduco, há que procurar outro *farol* que ilumine a escola do futuro, um novo paradigma que estabeleça a necessária descontinuidade. Melhor do que esperar uma inovação “por decreto” tendo por base a filosofia de que no topo se inova e na base se executa” (Formosinho e Machado, 2007, p. 104), a inovação deve ocorrer com novos *paradigmas locais*, deve processar-se nas práticas individuais de *quem quer inovar*, como salientou Kuhn (1962) “A paradigm governs, in the first instance, not a subject matter but a group of practitioners. Any study of paradigm-directed or of paradigm-shattering research must begin by locating the responsible group or groups.” (p. 180).

A presença transversal no senso comum de um *invariante cultural*, um quase-arquétipo da escola instrucionista tradicional, constitui-se como primeiro obstáculo à inovação; é necessário “exorcizar” esse invariante no sentido de criar contextos de aprendizagem que sustentem uma atividade mais centrada no aprendente, mais interativa e mais ativando a resolução cooperativa de problemas (Fino, 2000). Na busca dessa mudança, as potencialidades da tecnologia não garantem, mas podem oferecer algumas condições para mudanças substantivas. Mais importante será a aposta em métodos ativos onde o aprendente seja protagonista, “enquanto o *drill*, os métodos expositivos ou demonstrativos consistindo em injectar um saber já pronto, só podem construir, na melhor das hipóteses, automatismos disponíveis.” (Mucchielli, 1981, p. 120).

Fino, (2000) aludindo D’Andrade, (1984), refere existirem três grandes perspectivas sobre a natureza da cultura:

- Agregado de conhecimento e de informação;
- Sistemas conceptuais que constroem a visão central da pessoa, intersubjetivamente partilhada por cada indivíduo;
- Acumulação de conhecimento e, concomitantemente, realidade construída pelo sujeito.

Convém clarificar as noções de cultura escolar e cultura da escola. A **cultura escolar** diz respeito a uma série de conteúdos cognitivos e simbólicos, apurados e estruturados sob a exigência da didatização, que geralmente constitui o objeto de transmissão no contexto escolar (Forquin, 1993). A **cultura da escola** está mais próxima da noção original de cultura e engloba a perceção das práticas e das situações escolares, da linguagem, dos

ritmos e dos rituais, bem como do imaginário, dos modos de regulação e de transgressão, assim como da forma de produção e de gestão dos símbolos.

O entendimento dos métodos e das práticas pedagógicas considera também a ponderação das particularidades culturais dos professores, os seus conhecimentos, os seus sistemas de referência, bem como os seus sistemas de valores ou a sua identidade profissional e social. Segundo Forquin (1993), trata-se de uma dimensão da realidade educacional e social que deve ser levada em conta no entendimento da educação e para a qual os estudos sociológicos e etnográficos concedem a sua valiosa contribuição.

Por outro lado, Fino (2009) refere a existência de uma matriz cultural comum da Escola, que engloba um conjunto muito amplo de aspetos como: elementos de origem histórica, crenças institucionalizadas sobre educação, sobre o currículo, sobre o conhecimento, sobre a aprendizagem, sobre os procedimentos cristalizados ao longo do tempo. O autor apresenta seis aspetos que demonstram a existência daquela matriz cultural comum:

- A mesma origem na escola popular;
- A mesma fundação paradigmática;
- Uma obsessiva preocupação pelo controlo de qualidade;
- Um currículo oculto em comum;
- Um conflito comum entre atividade autêntica e atividade escolar;
- Um invariante cultural em forma de estereótipo.

Neste âmbito, a identidade de uma escola situa-se algures num contínuo entre a matriz comum e a inclusão de outras características suplementares diversificadas e locais.

Relativamente a um dos traços reveladores da matriz cultural comum da Escola, identificados por Fino (2009), parece consensual que a escola tem a propensão para desvincular determinada atividade do contexto no qual a aprendizagem decorre, gerando um antagonismo entre atividade autêntica e atividade escolar.

De acordo com Lave (1988), **atividade autêntica** é a prática habitual das pessoas comuns no seio de uma cultura, resultando de situações reais. A **atividade escolar** é aquela que se desenrola no contexto escolar.

Para a autora, a aprendizagem é um fenómeno inerente à prática e, como tal, inseparável da prática. Deste modo, problemas formalmente idênticos são, de facto, distintos em função das atividades e dos contextos onde se desenrolam. Essas singularidades de

situação abrangem as relações entre as pessoas, as atividades desenvolvidas e os contextos, estando fortemente envolvidas no sucesso ou no falhanço das ações das pessoas.

Segundo Fino (2009), a atividade escolar redonda na prática descontextualizada do real, apesar de inserida no contexto escolar, verificando-se uma discrepância entre o contexto social e o contexto social escolar. O conflito decorre da distância entre o contexto social, dado pela ação dos aprendentes em situações reais, e o contexto social escolar, produto da atividade escolar descontextualizado daquele real.

A atividade escolar aparenta ser, portanto, uma ação de dupla natureza, já que se desenrola no interior da cultura da escola, mas a sua intenção é norteadada como se ela se desenrolasse na cultura real. Para tal tributam-se os métodos de ensino que separam o conhecer do fazer, ficando o conhecimento desligado das situações onde é utilizado.

A atividade e o contexto onde acontece a aprendizagem são considerados como úteis numa ótica pedagógica, mas neutros relativamente ao que se aprende. Ao ocorrer uma deslocação da atividade autêntica para a sala de aula, modificam-se os contextos e aquela atividade passa a ser parte da cultura escolar; os estudantes desenvolvem, então, uma atividade sucedânea. Em resumo, a escola falha ao reproduzir situações da vida quotidiana e, conseqüentemente, as aprendizagens e o seu uso mantêm-se fechadas no sistema escolar, contradizendo um dos objetivos principais da escolarização – o de preparar para a vida, fora do mundo escolar.

2.2. Inovação pedagógica

Incrementalism is innovation's worst enemy. New concepts and big steps forward, in a very real sense, come from left field, from a mixture of people, ideas, backgrounds, and cultures that normally are not mixed.

Nicholas Negroponte

Uma rápida pesquisa sobre o termo *inovação* remete-nos para a raiz etimológica da derivação do termo inovar: do latim, *innovo, are*, renovar. Assim, o verbo transitivo *innovar* assume os significados de introduzir novidades, renovar, inventar, criar.⁴

Não obstante a sociedade reconhecer e, em múltiplos contextos, impor a inovação, muitos são os obstáculos à sua concretização, entre os quais se destacam a sua descontextualização e a sua definição. Cardoso (1992) reconhece que “No atual discurso pedagógico domina uma certa imprecisão e ambiguidade terminológica do conceito” (p. 92).

Não sendo sinónimos, inovação, mudança, reforma e renovação são, muitas vezes, usados de forma indistinta (Cardoso, 1992). Estes termos podem ser considerados do mesmo domínio semântico pois todos têm implícita a ideia de novidade “(...) nos modos de agir e pensar, em relação às potenciais pessoas afetadas pela mudança, e de uma certa alteração qualitativa dos estados previamente existentes” (Bolivar, 2003, p. 50).

Dada a pluralidade de designações expostas como seus sinónimos é indispensável fazer uma clara diferenciação do seu significado evitando, assim, ambiguidades semânticas.

Como se sabe, a inovação insurge-se face ao que está estabelecido (hábitos, rotinas, comportamentos institucionalizados...) e, por isso, é objeto de controvérsia e ocasiona sempre, em maior ou menor grau, reações quer favoráveis quer desfavoráveis. (Cardoso, 1992, p. 89).

Tal como foi referido por Correia (2011), inovação é mais uma condição do espírito do que um estado de espírito. Inovar envolve tecnologia e conhecimento, estudo e investigação. Longe de se desenvolver num processo linear, a inovação envolve uma combinação de oportunidades, um objetivo persistente que ocorre “na base dos recursos utilizados e, principalmente, com base nos recursos humanos” (Correia, 2011, p. 42).

⁴ In Dicionário Priberam da Língua Portuguesa [em linha], <http://www.priberam.pt/> [consultado em 30-01-2019].

Muita da literatura sobre inovação expõe exemplos de atividades e de estratégias inovadoras em contextos educativos de sala de aula, prosseguindo, no entanto, centradas no ensino e não na aprendizagem. A partir desta constatação, Correia (2011) extrema o conceito de inovação recusando que posturas casuais em sala de aula, que não modificam contextos nem rompem com o paradigma predominante, se assumam como Inovação Pedagógica. Para o autor, estas posturas enquadram-se, quanto muito, naquilo a que Gimeno Sacristán denomina inovações que só mudam os nomes ou as formas de falar das coisas ou dos fenómenos que dizem querer transformar.

Assim, a atitude verdadeiramente inovadora dificilmente se enquadra nas mudanças eventualmente geradas pela evolução natural do sistema; ao invés, ela implica uma mudança intencional e conscientemente assumida, uma “destruição criativa”, como na feliz expressão de Correia (2011).

Por outro lado, Sebarroja (2003) oferece-nos uma definição do conceito que “...entende o termo inovação como sendo uma série de intervenções, decisões e processos com algum grau de intencionalidade e sistematização, que tentam modificar atitudes, ideias, culturas, conteúdos, modelos...” (p. 16). Por outro lado, Messina (2001) refere que a inovação foi adotada como bandeira por grupos que definem as políticas educativas, tornando-se num “mecanismo a mais de regulação social e pedagógica (...) de centralização e de homogeneização” (p. 228).

Se o conceito de inovação tem integrado um amplo conjunto de significados e realidades, já a sua associação às Tecnologias de Informação e Comunicação revela, como refere Correia (2001), uma pobreza ilimitada, denunciando tão só mais uma alternativa à organização e implementação das práticas mais tradicionais já que, no essencial, estes meios são muitas vezes colocados ao serviço da transmissão de conhecimentos, reforçando o papel diretivo e centralizador do professor, tão característico do secular paradigma transmissivo.

Em situações deste tipo o que acontece realmente é que, a pretexto de se estar a preparar os jovens estudantes para o futuro, se estão a utilizar os mais sofisticados instrumentos tecnológicos do presente não ao serviço desse incerto futuro, mas sim ao serviço do passado. A este propósito, Papert afirma o seguinte:

Já estive também em salas de aula com um computador em cada carteira, e perguntei a mim próprio se o professor viajante no tempo demoraria uma hora ou apenas cinco minutos a

recompor-se da surpresa inicial e a aperceber-se de que, afinal, a mudança não era assim tão grande. (1997, p. 213).

Sobre a mesma questão, mas de forma diversa, referem Davis e Botkin (1995) que, apesar da acelerada caducidade do conhecimento, os líderes escolares preferem tentar reformar o velho sistema a abraçar as formas inovadoras que se impõem.

...knowledge is doubling nearly even seven years, in technical fields specifically, half of what students learn in their first year of college is obsolete by the time they graduate (...) and school leaders will continue to try to reform the old system rather than embrace the new forms that will ultimately prevail. (pp. 16-17).

Nunca é demais reiterar que inovação pedagógica não se confunde com inovação tecnológica; esta, como refere Correia (2011, p. 46) “trouxe, de facto, a oportunidade de grandes transformações, é uma aliada fundamental da inovação”. A tecnologia vem possibilitar e catalisar o processo de rutura de paradigma, “uma rutura que transporta consigo um questionamento de uma instituição secular que tem sobrevivido a tudo e se mantém hoje como sempre foi” (*Idem*).

A este respeito, Fino (2007b, p. 7) é muito claro ao defender que:

...a inovação não reside na tecnologia propriamente dita, mas no que ela nos permite fazer com o seu auxílio. A tecnologia só será ferramenta de inovação pedagógica a partir do momento em que permita fazer coisas diferentes, quando abrir portas para territórios inesperados, que podem muito bem não ter nada que ver, sequer, com o currículo ou com a escola.

Parece que se pode aceitar que o termo *inovação* designa algo que produz uma efetiva mudança nas práticas, e não apenas a efémera novidade. As tecnologias da informação e comunicação serão instrumentos de inovação pedagógica quando nos permitirem fazer algo realmente diferente, ainda que apenas vagamente ligado ao currículo que a escola veicula.

Inovação é um termo abundantemente utilizado, contudo a sua significação está longe de ser consensual. Um dos pontos de vista mais generalizados entende a inovação como o emprego de um novo recurso ou de uma nova abordagem que promove alteração de práticas sociais. No campo da educação, como observa Correia (2011), esta pode ser a utilização de uma nova abordagem ou questionamento, o uso de uma nova ferramenta digital ou uma nova estruturação do espaço, o que pode muito bem trazer algum valor, transformando a prática social do ensino e da aprendizagem. Para os que partilham uma

perspetiva mais extremada, o conceito de inovação pressupõe um ponto de viragem, uma descontinuidade das visões partilhadas, isto é, uma rutura paradigmática.

Este trabalho de investigação está comprometido com a procura e a análise de práticas pedagógicas inovadoras que impliquem alguma mudança nos padrões vigentes e estejam a construir ambientes de aprendizagem fortemente apoiados na utilização das tecnologias digitais.

Segundo Fino (2008b, p. 277), “a inovação pedagógica pressupõe um salto, uma descontinuidade”, comportando a criação de oportunidades de aprendizagem, incomuns relativamente aos que são mais praticados nas escolas, como alternativa à teima nos contextos de ensino.

Com mais ou menos tecnologia, a inovação pedagógica implica um ato consciente de procura da mudança (Papert, 2008); implica investigação, pesquisa, tentativa e erro. Inovar é também correr riscos, deixar o conforto da rotina e experimentar lançar pedra na criação de novos caminhos. Implica romper com paradigmas tão amplamente aceites quanto caducos; envolve centrar os esforços mais na atividade de aprender do que de ensinar, talvez o maior obstáculo à inovação. Sem esse esforço, a «mudança» não passará de uma manobra de reforço das velhas práticas, uma mera operação de maquilhagem, uma *reprise* da velha escola travestida de modernidade.

Parece, então, clarificado que a introdução de tecnologia nas nossas escolas não significa inovação; pode, se mal administrada, ser até um constrangimento à inovação, um suporte para o invariante e para as práticas mais nefastas do paradigma fabril (Fino, 2009). Os computadores, em particular, têm sido muitas vezes utilizados como forma de alargar as competências do professor, reforçando, assim, a componente ensino. Ora, os caminhos da inovação deverão conduzir exatamente ao oposto, isto é, ao alargamento das possibilidades de aprender – as do aluno e as do próprio professor (se este admitir descer do alto da sua cátedra). Estes caminhos serão palmilhados com riscos, como já foi afirmado, e poderão levar-nos a sítios inesperados, quanto mais não seja, pelas imprevisíveis consequências de transferir para o aluno muito do controlo que geralmente o professor tradicional ciosamente guarda para si.

Há muito que se constata que a maioria das práticas escolares são desadequadas às necessidades futuras dos alunos. A realidade é que as escolas insistem em investir demasiados recursos na implementação da tecnologia educativa com algum carácter

inovador, convictas de alcançar resultados que só se alcançam através de mudanças nas práticas pedagógicas, ou seja, quando se conceder espaço à inovação pedagógica.

A conceção de práticas educativas disruptivas tem, no seio da própria escola, adversários de peso: a cultura escolar e o currículo (Fino, 2008b). Ainda assim, e apesar das dificuldades que vai encontrar, o professor deve adotar uma nova disposição face às práticas pedagógicas que desenvolve, já que

(...) a inovação pedagógica passa por uma mudança na atitude do professor que presta maior atenção à criação dos contextos de aprendizagem para os seus alunos do que aquela que é tradicionalmente comum, centrando neles, e na atividade deles o essencial dos processos (Fino, 2011b, p. 104).

A inovação pedagógica não é instigada de fora, mas um processo que ocorre interiormente (Fino, 2008b); ela implica esforço reflexivo, envolve criatividade e obriga a sentido crítico e autocrítico. Assim, a inovação pedagógica só é verdadeiramente consequente nas práticas pedagógicas se for um processo intrínseco a cada docente.

A propósito desta problemática e tendo como mote a célebre, simples e útil frase de Perrenoud (2004) “Não se inova sozinho” (p. 100), Carreira (2014) refere que a inovação pedagógica adquire uma dimensão social que se torna controversa pelas múltiplas opiniões e culturas que caracterizam os intervenientes.

Apesar dos possíveis atritos que, por regra, se geram no trabalho conjunto, a inovação pedagógica é uma necessidade. Tal necessidade poderá constituir o apoio necessário para a organização de equipas pedagógicas, em que o professor deixa de ser um comum repetidor de conhecimentos para se tornar num fazedor de inovações que, em conjunto com os diferentes membros da equipa, incentive o desenvolvimento de uma cultura de escola em que o aluno seja mais participativo e mais interventivo. Perrenoud alerta-nos para este aspeto referindo que

Uma política de inovação não pode ser encantatória. Ela não atua se não mudar as regras do jogo, se não tornar a cooperação necessária. Necessária não significa “obrigatória”, mas interessante, no sentido do aproveitamento que dela se espera obter (Perrenoud, 2004, p. 98).

De acordo com Figueiredo (2011), na ótica da sociologia da inovação, os sistemas educativos podem ser olhados como redes de atores cujos nós correspondem às diferentes realidades em presença: professores, alunos, pais, disciplinas, currículo oficial, formação dos professores, avaliação dos alunos, avaliação dos professores, avaliação do sistema,

sindicatos, manuais. Sendo um sistema com sólidas tradições, os nós desta rede têm a tendência natural a reforçar-se reciprocamente em composições estáveis que tendem a perpetuar-se.

A massificação dos alunos, a uniformização das práticas, a burocratização da atividade docente, a tirania dos programas, os sistemas de formação de professores, a indústria dos manuais, os testes internacionais estandardizados, todos se conjugam e reforçam mutuamente no sentido de robustecer uma estabilidade que torna impossível a inovação. (...) A cristalização destas configurações de forças, que se mantêm equilibradas, tenderá a impedir a mudança. Em ecossistemas desta natureza, tentar inovar, com ou sem tecnologias da informação, na ausência de uma estratégia coerente e de práticas de reflexão e estímulo permanentes e de proximidade, é uma tarefa votada ao fracasso. Por muito sucesso que possam ter algumas iniciativas avulsas, animadas por pioneiros entusiásticos, a inércia do sistema se encarregará de as diluir ou distorcer para que, a prazo, se ajustem à uniformidade reinante. Tentar inovar nestes sistemas é, como afirmam alguns, o mesmo que regar no deserto. (Figueiredo, 2011, pp. 19-20)

Considera o autor que o caminho que se mostra mais promissor para a inovação em sistemas educativos é o arrojarse em inovações disruptivas que germinem discretamente nas margens do sistema e o modifiquem, gradualmente, da periferia para o centro.

Vivemos num tempo de complexidade e de profundas transformações, com forte intelectualização do trabalho, onde a abundância, a automação e a globalização confluem para fazer emergir um mundo onde o emprego estável se reduz drasticamente. Perante os desafios enunciados, não basta inovar na educação; é igualmente necessário formar as novas gerações para um mundo onde a criatividade e a inovação se afirmam como elementos diferenciadores decisivos na obtenção do sucesso no mercado de trabalho. No entanto,

As escolas, fiéis ao mandato que lhes foi entregue há duzentos anos, de produzirem funcionários disciplinados, obedientes e uniformes para um mundo industrial e de pleno emprego, dificilmente conseguem adaptar-se a este desafio radicalmente distinto. Por um lado, terão de se transformar, elas próprias, em espaços de inovação e criatividade. Por outro lado, terão de transformar a sua cultura e as suas práticas no sentido de fazer incluir na sua agenda a preparação das gerações futuras para um mundo onde a criatividade e a inovação são, cada vez mais, fatores primários de diferenciação. (Figueiredo, 2011, p. 26)

Procurando corresponder a este desafio, este autor defende que se institua uma estratégia de introdução no ensino não superior de projetos de inovação incremental aos quais se alie, também, o lançamento e incentivo à criação de projetos de inovação disruptiva.

Para que estes projetos possam ter sucesso, é minha convicção que deverão assumir a forma de projetos de investigação-ação e de investigação projetiva (*design-based research*), os mais adequados a atividades de reflexão na ação e sobre a ação, projetos

esses que deverão ser conduzidos por equipes mistas de professores das escolas e investigadores académicos coletivamente empenhadas na produção de investigação de bom nível internacional. (*Idem*)

Havendo uma efetiva colaboração entre os diferentes atores o “(...) campo da inovação pode ser considerado o espaço imenso de interação social, incluindo os ambientes formais, tal como os informais” (Fino, 2008b, p. 280). As práticas educativas ortodoxas devem ser repensadas, apelando-se à colaboração entre todos os participantes. A necessária colaboração tenderá, por certo, a incentivar a mudança não quantitativa, mas sobretudo, qualitativa, nas práticas pedagógicas, pois “A inovação pedagógica só se pode colocar em termos de mudança e de transformação” (Fino, 2011b, p. 104).

Apesar da mudança e da transformação, é essencial mencionar que um sistema é formado por várias partes com um propósito comum e só se pode tornar inovador se cada elemento que o constitui escolher em liberdade ser parte integrante desse movimento transformador. Tal como é referido por Fino (2008b), “A inovação pedagógica, ainda que inspirada ou estimulada por ideias ou movimentos, que extravasam do âmbito local, é sempre uma opção individual e local” (p. 279). Assim, a inovação pedagógica decorre da conjugação e propagação crítica dos esforços e da coragem dos diferentes participantes.

Deste modo, para que se realizem práticas pedagógicas inovadoras, é essencial, nas palavras de Fino (2011b), a “(...) criação de novos contextos de aprendizagem, desenhados à luz do desenvolvimento dessas ciências e implicando alterações qualitativas na tal componente técnica que regula a prática partilhada pelos aprendizes e pelo professor” (p. 104).

Construir um processo pedagogicamente inovador tem implícita a participação peculiar de cada um dos indivíduos e, logo, a necessidade de integrar matrizes culturais diferenciadas que deverão ser socialmente reedificadas, promovendo a reedificação da identidade pessoal de cada aluno.

Inovação pedagógica como rutura de natureza cultural, se tivermos como fundo as culturas escolares tradicionais. É abertura para a emergência de culturas novas, provavelmente estranhas aos olhares conformados com a tradição. Para olhos assim, viciados pelas rotinas escolares tradicionais, é evidente que resulta complicado definir inovação pedagógica, e tornar a definição consensual. No entanto, o caminho da inovação raramente passa pelo consenso e pelo senso comum, mas por saltos premeditados e absolutamente assumidos em direção ao muitas vezes inesperado. Aliás, se a inovação não fosse heterodoxa, não era inovação (Fino, 2008b, p. 279).

A noção de inovação pedagógica, pelo que contém de heterodoxo, dificilmente gera consenso e, portanto, produz resistências e obstáculos vários que se contrapõem à sua implementação. É responsabilidade do professor inovador ser o catalisador, num movimento centrífugo, de uma nova forma de habitar a Escola, onde os contextos didáticos sejam substituídos por contextos de aprendizagem. Assim, a cultura escolar auferir importância em qualquer processo de mudança: em alguns casos, pode ser fator de resistência e, noutros, um excelente ponto de partida (Giddens, 2005; Whitaker, 1999).

Carreira (2014) defende ser decisivo investigar práticas educativas e, mediante uma atitude crítica e reflexiva permanente, descobrir possíveis nichos de inovação pedagógica. É indispensável, portanto, mergulhar em contextos que se supõem incomuns e, através da observação das práticas pedagógicas desenvolvidas, trilhar prováveis caminhos para a melhoria dos contextos de aprendizagem.

Romper com a tradição instituída provocará sempre reações controversas e adversas, onde as lutas de poderes instalados, a estagnação intelectual da classe docente e a desvinculação de responsabilidades das classes parental e política brotarão contra uma tentativa de melhorar um sistema escolar cuja situação, embora não adequada à contemporaneidade, satisfaz as necessidades básicas de uma sociedade consumista onde o aqui e agora ganham primazia sobre um futuro melhor. (Carreira, 2014, p. 174).

E para onde devemos dirigir o nosso olhar quando procuramos inovação pedagógica em qualquer local onde suspeitemos que ela possa ocorrer? Para as diretivas curriculares emanadas da tutela? Para os discursos, por mais bem-intencionados que sejam?

Conquanto o conhecimento se deva apoiar nas experiências concretas do aprendente e consolidar na manipulação de ferramentas que ele próprio construiu, como preconiza Papert (1980, p. 9), o “(...) central focus is not on the machine but on the mind, and particularly on the way in which intellectual movements and cultures define themselves and grow”, já que a inovação pedagógica está intimamente ligada às práticas.

Neste contexto, inovação e tradição voltam a defrontar-se, ora impulsionando à inovação ora opondo-se a ela.

A inovação implica mudanças qualitativas nas práticas pedagógicas e essas mudanças sempre envolvem um posicionamento crítico, explícito ou implícito, face às práticas pedagógicas tradicionais. É certo que há factores que encorajam, fundamentam ou suportam mudanças, mas a inovação, ainda que se possa apoiar nesses factores, não é neles que reside, ainda que possa ser encontrada na maneira como são utilizados (Fino, 2008b, p. 278).

O autor acrescenta ainda:

(...) a inovação envolve obrigatoriamente as práticas. Portanto, a inovação pedagógica não deve ser procurada nas reformas de ensino, ou nas alterações curriculares ou programáticas, ainda que ambas, reformas e alterações, possam facilitar, ou mesmo sugerir, mudanças qualitativas nas práticas pedagógicas (Fino, 2008b, p. 279).

No campo de investigação desenvolvido pelo Centro de Investigação em Educação da Universidade da Madeira (CIE-UMa), Fino (2010) procura explicitar a aceção da inovação pedagógica entendendo-a essencialmente como descontinuidade com as práticas pedagógicas tradicionais. Por outro lado, esclarece que a inovação pedagógica pode manifestar-se onde quer que haja uma situação de aprendizagem, podendo também não se concretizar exclusivamente no espaço institucional da escola como existe hoje, lugar de aprendizagens formais, mas também e sobretudo em contextos de aprendizagem informal.

Uma inovação pedagógica que seja sinónimo de genuína rutura heterodoxa das práticas pedagógicas tradicionalmente desenvolvidas nas escolas tem um forte carácter disruptivo e acarreta ressonâncias consideráveis para o meio educativo. Dirige o foco para as práticas pedagógicas relacionadas com ambientes não comuns catalisadores da melhoria qualitativa da aprendizagem. Incide sobre práticas pedagógicas social e culturalmente contextualizadas, tendentes à criação de ambientes ricos de aprendizagem e estimulantes da construção social de conhecimento. Desta forma, a inovação pedagógica “(...) pressupõe um salto, uma descontinuidade. (...) E consiste na criação de contextos de aprendizagem, incomuns relativamente aos que são habituais nas escolas, como alternativa à insistência nos contextos de ensino” (Fino, 2008b, p. 277).

Sobre a questão da possibilidade de o currículo se poder constituir como fonte de transgressão, Fino (2016a) é categórico ao considerá-lo, pelo contrário, fonte de “mesmice” e de “ortodoxia”. Segundo o autor, inovação curricular e inovação pedagógica são expressões que não podem ser confundidas e muito menos tidas como sinónimas; por outro lado, constata que a operacionalização do currículo na escola através das práticas de desenvolvimento curricular não corresponde a inovação curricular.

Contrastando com a ortodoxia do currículo, o autor relaciona inovação pedagógica e heterodoxia, cuja probabilidade de suceder é muito maior fora do território subjogado pelo currículo da escola.

Por outro lado, o autor refere-se à tendência para uma persistente revolução curricular considerando que essas mudanças não contribuem para transformar a essência dos ambientes de aprendizagem nas escolas, limitando-se a degradá-los ainda mais acrescentando-lhe fatores negativos como instabilidade, burocratização, incremento do rácio alunos-professores bem como saturação dos professores e da generalidade dos intervenientes.

Também não pretende dar origem a pedagogias novas. Pelo contrário, toda esta balbúrdia tem como subproduto, que às vezes até parece ser o objetivo principal, a instauração do grau zero da pedagogia: os professores reduzidos a devedores de conteúdo, sobre os quais têm autonomia de decisão nula e as escolas limitando as suas aspirações a preparar os alunos para os exames. (Fino, 2016a, p. 20)

2.3. Inovação e tecnologia

A criatividade é pensar coisas novas.

A inovação é fazer coisas novas.

Theodore Levitt

A transformação do ensino e da aprendizagem pode encontrar na tecnologia um poderoso aliado, uma vez que ela pode apoiar a criação e o ensaio de ambientes diferentes, de novas formas de descentralização e de novas acessibilidades, bem como novas formas de conceber o diálogo intersocial que conduz à cognição. Contudo, a tecnologia não se pode confundir com a inovação: se integrada precipitadamente e sem uma prévia reflexão esclarecida, ela pode redundar em novo constrangimento à desejada mudança. Pode reforçar o invariante e contribuir para atrasar a reorganização paradigmática. Pode ajudar a dar continuidade à escola fabril por novos meios, enquanto para lá dos muros da escola, a vida real se vai ininterruptamente reorganizando e transformando em torno de uma realidade sempre renovada. (Fino, 2009)

A discussão sobre a utilização da tecnologia na escola oscila frequentemente entre dois polos: *perspetiva da didática* e *perspetiva da aprendizagem*. A ideia de usar a tecnologia como instrumento didático apoiou-se fortemente nos trabalhos de Pressey e Skinner e no conceito de *ensino programado*. O prestígio de Skinner e a oportunidade da sua *máquina de ensinar*, permitiram-lhe criar uma escola influente e ainda próspera. Apoiando-se nos métodos *behavioristas* (*perspetiva da didática*) está-se sobretudo a utilizar a tecnologia e o Ensino Assistido por Computador enquanto sucedâneo do professor, para melhorar a eficácia do ato de ensinar, reforçando as práticas passivas mais retrógradas que tomam o *aprendente como recetor* do conhecimento que o professor (ou computador) lhe verte bondosamente.

A inovação pedagógica (Fino, 2010) envolve descontinuidade com as práticas pedagógicas tradicionais e compreende uma atualização, a nível micro, de uma visão crítica sobre a estrutura e o funcionamento dos sistemas educativos. A inovação pedagógica não é um assunto que se possa discutir apenas em termos apenas quantitativos ou de mera inclusão de mais tecnologias na escola, mormente quando dela se continua a manter uma determinada forma de utilização conservadora nos propósitos. Para o autor, a inovação pedagógica guia-se por uma profunda transformação nos “seus pressupostos fabris, pelo menos a nível micro, ou seja, no espaço onde se movimentam alunos

assessorados por professores empenhados em garantir, de acordo com Papert (1993), o máximo de aprendizagem com o mínimo de ensino” (Fino, 2010, p. 5). Por outro lado, a inovação pedagógica implica igualmente uma transformação na “atitude do professor, que presta muito maior atenção à criação dos contextos de aprendizagem para os seus alunos do que aquela que é tradicionalmente comum, centrando neles, e na atividade deles o essencial dos processos (*Ibidem*).

Ao considerar os aprendentes como construtores do seu próprio conhecimento, o construcionismo abre uma via para a inovação pedagógica que, segundo Fino (2000) é algo que deve confrontar a tradição, desafiar as rotinas, tentar encontrar novos pontos de vista e fomentar um reencontro com a atualidade.

A inovação pedagógica não é uma questão que possa ser colocada em termos estritamente quantitativos ou de mera incorporação de tecnologia, do género mais depressa, mais eficazmente, mais do mesmo. Muito menos pode ser colocada em termos de tecnologias disponíveis na escola, nomeadamente quando a proposta da sua utilização consiste em fazer com ela exactamente o que se faria na sua ausência, embora, talvez, de forma menos atractiva. A inovação pedagógica só se pode colocar em termos de mudança e de transformação (Fino, 2009, p. 5).

Um novo paradigma de escola deverá, então, oferecer novos ambientes de aprendizagem construtivistas, atualmente bastante influentes na estruturação de novas aprendizagens. Neste sentido, Fino (2001) sugere que a tecnologia lograria ser explorada de forma a promover oportunidades ou “janelas de aprendizagem” que conduzissem à construção de conhecimento, ao diálogo e à reflexão.

Evidentemente que Papert (1993) pensava em inovação quando escreveu: “computers serve best when they allow everything to change.” Ninguém pode já ignorar que um novo *ethos* do conhecimento e da construção do conhecimento, parece estar a emergir também no seio da escola. Outrora visto como um domínio exclusivo da academia, o saber é cada vez mais acessível e descentralizado. Juntas, estas tendências podem ajudar a cumprir o empenho de mudança onde a tecnologia possa ser um efetivo ingrediente para o ensino e para a aprendizagem.

Segundo Correia (2011), quando a escola é pensada como uma comunidade de aprendentes em que a curiosidade é estimulada e onde os professores são incitados a participar, a correr riscos e a experimentar, a tecnologia virá a assumir, essencialmente, um papel de rutura positiva ou expansiva, isto é, que conduzirá a inúmeras mudanças em todo o sistema.

Sempre que a visão do aluno está no centro do processo de ensino-aprendizagem, a inovação pedagógica pode florescer e contribuir para a mudança do ensino, da aprendizagem e da configuração das próprias escolas Jonassen (2007). As escolas parecem estar bem preparadas para usufruir a tecnologia no sentido da modificação do ensino e da aprendizagem; a abordagem terá de incidir numa pedagogia centrada no aluno, num modelo de professor tutor, na personalização e no respeito pelos alunos.

De acordo com Jonassen (2007), quando se pensa em tecnologia ao serviço da aprendizagem, podemos ter diferentes situações:

- Aprender a partir da tecnologia – em que a tecnologia expõe o conhecimento, sendo o papel do aluno receber esse conhecimento como se ele fosse apresentado pelo próprio professor;
- Aprender acerca da tecnologia – em que a própria tecnologia é objeto de aprendizagem;
- Aprender através da tecnologia – em que o aluno aprende instruindo o computador, ou seja, programando o computador através de linguagens como o C ou o LOGO;
- Aprender com a tecnologia – em que o aluno aprende usando as tecnologias enquanto ferramentas cognitivas que o apoiam no processo de reflexão e de construção do conhecimento.

Segundo o autor, a questão decisiva não é a tecnologia em si mesma, mas a maneira de encarar essa mesma tecnologia, usando-a fundamentalmente como estratégia cognitiva de aprendizagem.

A tecnologia deverá revelar-se não apenas uma nova ferramenta para resolver uma velha tarefa, mas como uma nova ferramenta que nos pode ajudar a pensar de maneira diferente sobre a aprendizagem e pode ajudar os nossos estudantes a pensar sobre a aprendizagem de maneira diferente. É fundamentalmente nestes aspetos que se revela todo o novo potencial pedagógico desta poderosa ferramenta; contudo, o processo eficaz de integração das ferramentas cognitivas no processo pedagógico obriga a que os professores sejam capazes de usar com destreza as ferramentas cognitivas ao seu dispor.

Caruso e Salaway, (2008, p. 12), afirmam que “technology is becoming increasingly integrated into the lives of students at all ages.” As competências tecnológicas dos

estudantes são solicitadas, segundo estes, para a realização de tarefas que se revelam, afinal, muito triviais; os trabalhos académicos para os quais se exige o uso do computador limitam-se, basicamente, ao processamento de texto e à criação de apresentações.

Correia (2011) sublinha que a ideia de que o espírito inovador dos utilizadores, tanto de estudantes quanto de professores, é fundamental para o desenvolvimento de novas práticas e abordagens. O exercício de procurar soluções para os problemas individuais, a nível individual, é em si mesmo um ato de inovação. Os fatores decisivos para que a inovação ocorra passam pela capacidade e disposição do “inovador”, mas também pelas características do ambiente em que a inovação acontece.

Por outro lado, Brazão (2012), defende que, num cenário de permanente mudança, as escolas devem manter-se como espaços sociais ampliadores das capacidades humanas, capacitando as pessoas para a criação das suas subjetividades e, dessa forma, a utilizarem na consolidação do poder social democrático. Reclama um lugar para a inclusão da tecnologia, certo de que a sua utilização resulta numa ajuda importante à conceção de ambientes descentralizados, perseguindo a lógica de educação para o empoderamento. Por empoderamento, ideia tão cara a Paulo Freire, entende-se o poder de participação em grupo conquistado pelos alunos, levando-os a agir e a decidir com autonomia.

Realçando a atividade do grupo e focando-se na transformação cultural, a tecnologia pode viabilizar novos modos de conceber o diálogo intersocial, reorganizando o espaço pedagógico através da valorização da subjetividade e da experiência dos estudantes. Neste âmbito, o autor reclama uma pedagogia que considere a cultura popular, legitimando o trabalho educacional contextualizado.

Alteram-se profundamente os papéis de professores e de estudantes. Os estudantes, que anteriormente se limitavam a ouvir e a tomar apontamentos, passam agora a ensinar a si mesmos, com a orientação dos professores; daí, a real necessidade de usar ferramentas que os ajudem a aprender. O papel do aluno passa a ser o de pesquisador, de utilizador especializado em tecnologia. O professor passa a ter papel de guia e de “monitor”. Ele estabelece metas para os estudantes e os questiona, garantindo o rigor e a qualidade da produção do grupo (Prensky, 2010).

Até ao século XVII, antes do ensino massificado nas escolas, a aprendizagem prevalecente era contextual: ensinava-se e aprendia-se no contexto do quotidiano sempre que era preciso aprender alguma coisa. Os métodos de aprendizagem contextual eram

métodos ecológicos, “porque organicamente integrados nos ambientes sociais envolventes, onde se aprendia aplicando o que se estava aprendendo.” (Figueiredo, 2016, p. 811).

Parte da presente crise da escola fica a dever-se ao choque entre a persistente visão industrial da educação como máquina de introduzir “conhecimentos” na cabeça dos que aprendem e a civilização do século XXI, tendencialmente mais social, relacional e de contextos, em que as tecnologias ocupam um papel de relevo no fortalecimento do caráter social e aberto do novo século. Segundo Figueiredo e Afonso (2006), o grande desafio da educação na atualidade é o de construir organicamente a aprendizagem em contextos culturalmente férteis em atividade e em interação que as tecnologias atuais tornaram praticáveis. Figueiredo (2016) escolheu a expressão *Design de Contextos de Aprendizagem* para denominar a atividade de concepção desses contextos.

O autor considera que o modelo da aula tradicional é tão invariável, de aula para aula, de disciplina para disciplina, de ano para ano, que não é preciso pensar nele enquanto um contexto de aprendizagem que precisa de ser concebido, na amplitude de todos os seus elementos; até as formas de comunicação no interior da sala de aula se estabelecem em moldes tão convencionais e controlados pelo professor que não carecem de ser objeto de especial ponderação.

Pelo contrário, os modelos pedagógicos mais recentes, como a aprendizagem baseada em projetos, a aula invertida, a aprendizagem mista – e, mais ainda, as alternativas educativas de nova geração, que exploram a natureza social dos ambientes de aprendizagem e a auto-organização dos alunos – colocam grandes desafios à concepção e exploração de contextos de aprendizagem que garantam os melhores resultados. (Figueiredo, 2016, p. 814)

Quanto maior for a transferência de controlo do professor para os aprendentes, mais dinâmico, complexo e emergente se tornará o contexto de aprendizagem; por outro lado, quanto mais dinâmico, complexo e emergente for o contexto de aprendizagem, mais reflexão exigirá sua concepção, observação e acompanhamento.

No campo de ação de projetos europeus em que participou, o autor divergiu de uma visão focada nos conteúdos, e defendeu que uma parte considerável do futuro da educação, talvez a mais crítica, não se prende com a produção e distribuição de conteúdos, mas sim com uma atividade distinta: construir organicamente a aprendizagem em ambientes culturalmente fecundos em atividade e interação, que não existiam no passado, mas que

o recurso inteligente às tecnologias da informação e da comunicação tinha tornado possíveis na atualidade.

Chamamos a esses ambientes contextos de aprendizagem, entendendo como contexto para a aprendizagem de um tema o ambiente pedagogicamente e tecnologicamente enriquecido a conceber e explorar para que a aprendizagem desse tema possa ser bem-sucedida. Os contextos de aprendizagem a conceber e explorar nos nossos dias são muito diversos: aulas tradicionais, sequências invertidas, projetos, atividades laboratoriais, reais ou simuladas, discussões de casos, debates, comunidades de prática, ambientes pessoais de aprendizagem, cursos massivos, espaços virtuais ou presenciais abertos.

A visão que defendemos para os contextos de aprendizagem é que todo o ambiente físico e social de aprendizagem, incluindo as estratégias pedagógicas, pode ser concebido de forma coerente e unificadora tendo em conta múltiplos fatores: se o ambiente é presencial, virtual ou misto, interativo ou não, tecnologicamente enriquecido, ou não, controlado pelo docente, ou não, condicionado, ou não, pelas realidades sociológicas em jogo. A Pedagogia dos Contextos de Aprendizagem procura responder a estas questões reunindo num todo coerente as teorias e práticas para a concepção e exploração desses ambientes. (Figueiredo, 2016, p. 830-831)

Ao adotar métodos e ambientes de trabalho que envolvem projetos e pesquisa de longa duração, admite-se que o processo de aprendizagem é construído na relação entre sujeitos que pensam e que constroem o seu próprio conhecimento através de um processo integrado, interdisciplinar e interativo.

Referindo-se a ambientes de trabalho ou contextos de aprendizagem desta natureza, Perrenoud (2004) destaca que os professores devem trabalhar por resolução de problemas e por projetos, sugerindo tarefas complexas e desafios que incitem os aprendentes a mobilizar e alargar os seus conhecimentos.

Segundo Papert (2008), trabalhar em projetos leva os aprendentes a aceitarem responsabilidades de algo que estão a fazer, instigando arte e engenho para resolverem por si próprios os problemas que, entretanto, vão surgindo. Realça, assim, que deveriam ser dadas oportunidades aos estudantes para se soltarem da sua própria estrutura, para se envolverem em atividades mais autodirecionadas, para que fortalecessem a sensação de trabalhar a sério e pudessem pôr em prática os seus interesses. O autor realça, ainda, que o essencial naquele tipo de trabalhos pode não ser a importância que eles possam ter para os outros enquanto resultado, mas se são percebidos pelos próprios como de vital importância e o que isso representa no seu crescimento.

De modo a fortalecer o lado pessoal, sugere que se desenvolva uma metodologia para a reflexão sobre casos de aprendizagem bem-sucedida e especialmente para as nossas

melhores experiências de aprendizagem individuais. As nossas melhores experiências de aprendizagem foram aquelas que nos deixaram sonhar, levando avante as nossas ideias, criando algo novo, onde colocamos todo o nosso potencial, o nosso *stock* de conhecimento adquirido ao longo de toda a nossa vida.

Por outro lado, Ackermann (1995) defende a ideia de que a experiência direta ou as atividades práticas, a que ele chama de atividades “hands-on”, têm um valor essencial para a aprendizagem. Segundo o autor, chegou-se à conclusão de que a experiência é ativamente construída e reconstruída através da interação direta com o mundo, e que realmente conhecimento é experiência.

Desta forma, um aprendente torna-se perspicaz enquanto inventor das suas próprias ferramentas cognitivas, as quais incluem tanto as aptidões mentais, como as ações exteriores que expandem essas aptidões.

A educação, segundo Ackermann (1995) e Papert (2008), só poderá tornar-se diferente se emprendermos um esforço de análise por um ponto de vista de aprendizagem diferente daquele que predomina no quotidiano escolar, valorizando os conhecimentos individuais e adotando metodologias onde cada um possa dar asas ao seu sonho, se sinta envolvido e valorizado naquilo que faz.

Capítulo 3. TECNOLOGIAS AVANÇADAS E NOVOS CONTEXTOS DE APRENDIZAGEM

A distinção entre passado, presente e futuro é apenas uma ilusão teimosamente persistente.

Albert Einstein

Toffler (1970) identificava sinais claros de uma mudança radical deste modo: “Dez mil anos de agricultura, um século ou dois de industrialismo, e eis que surge à nossa frente o superindustrialismo.” (p. 21). O visionário autor alerta-nos para os perigos do *choque do futuro*, se não se encontrar um equilíbrio entre os ritmos mutacionais em diferentes setores. “Chegamos, assim, ao ponto crucial do processo acelerativo na sociedade, pois o motor (*tecnologia*) está a receber combustível (*conhecimento*) dia a dia mais rico” (p. 36).

A aquisição de conhecimento, enquanto fator de mudança, encontra nas TIC um motor de aceleração sem precedentes; no entanto, as escolas do presente investem na instrução do Homem Industrial, pelo que a procura de objetivos e métodos deve situar-se no futuro e não no passado; são necessários homens que “tenham o futuro nos ossos”, na feliz expressão de Snow, citado por Toffler (1970, p. 392).

Muitas das mudanças operadas no sistema de ensino procuraram eficiência no atingir de objetivos obsoletos, acabando por reforçar as velhas práticas. Para a mudança desejada, devem-se “Conceber sucessivas imagens hipotéticas do futuro (...) avaliar a natureza das faculdades cognitivas e afectivas de que as pessoas de amanhã precisarão para sobreviver ao impulso acelerativo.” (Toffler, 1970, p. 396)

Para as estruturas administrativas da educação baseadas na burocracia industrial, o autor propõe uma evolução para formas de organização ad-hocráticas⁵. Critica a demasiada fragmentação em compartimentos estanques e preconiza o equilíbrio entre standardização e variedade de programas “a fim de permitir ao estudante um certo antegosto do que experimentará mais tarde, quando começar a deslocar-se na geografia organizacional impermanente do superindustrialismo”. Utilizando uma imagem

⁵ Adhocracia é uma estrutura organizacional que enfatiza a tomada de decisão descentralizada, extrema especialização horizontal, poucos níveis administrativos, ausência virtual de controles formais e poucas regras, políticas e procedimentos escritos. (Chiavenato, 2004, p. 557).

darwiniana, considera que a diversidade educacional aumenta as probabilidades de sobrevivência das sociedades. (*Ibidem*, pp. 401-405).

Toffler surpreende novamente com *A Terceira Vaga*, onde reflete sobre o papel e o poder dos computadores na era pós-industrial:

À medida que nos familiarizamos mais com o ambiente inteligente, e aprendemos a conversar com ele a partir do momento em que deixarmos o berço, começaremos a utilizar computadores com uma graça e uma naturalidade de que hoje nos é difícil imaginar. E eles ajudarão todos nós - e não apenas alguns «supertecnocratas» - a pensar mais profundamente a nosso respeito e a respeito do mundo. (Toffler, 1980, p. 173).

Mais tarde, também Papert (1993) considera que

A habilidade mais determinante do padrão de vida de uma pessoa é a capacidade de aprender novas habilidades, assimilar novos conceitos, avaliar novas situações, lidar com o inesperado. Isso será cada vez mais verdadeiro no futuro: a habilidade para competir tornou-se a habilidade de aprender (...) desaprender e reaprender. (pp. 13, 407).

Silva (2005) salienta que as TIC não são simples instrumentos de informação, mas que condicionam consistentemente a ecologia comunicacional e os contextos educacionais das sociedades, apoiando certos atores e os métodos de aquisição ou exploração do saber e da aprendizagem. Perante este “choque tecnológico” a que se assiste, advoga que

A tomada de uma atitude de *maioridade* passa por reconhecer que TIC contemporâneas podem proporcionar um espaço de profunda renovação às estruturas educativas e em particular à escola, sendo que o ponto essencial é a mudança qualitativa nos processos de aprendizagem, com repercussões nos níveis *organizativo* (na construção de territórios e parcerias educativas), *conteúdal* (na construção da Sociedade do Conhecimento) e metodológico (na criação de metodologias singulares e variadas, centradas no aluno). (Silva, 2005, pp. 49-50)

Segundo o autor, o sistema educativo e os seus agentes têm pela frente o grande desafio de entender o advento do tempo de tecnologias que dão ocasião à escola para passar do paradigma de reprodução da informação para um paradigma de funcionamento baseado na construção de saberes, “aberto aos contextos sociais e culturais, à diversidade dos alunos, aos seus conhecimentos, experimentações e interesses, enfim, em instituir-se como uma verdadeira comunidade de aprendizagem” (*Ibidem*, p. 50).

É com este pano de fundo que decorre a presente investigação; é sentindo permanentemente a pressão de ter de aprender depressa muitas novas coisas sobre tecnologias que foram emergindo no *locus* da investigação, daí uma boa parte dos tópicos das secções que se seguem.

3.1. Conceitos essenciais de robótica

3.1.1. Robôs

O termo *robô* surgiu pela primeira vez no início do séc. XX, através do dramaturgo Karel Capek na peça “R.U.R. - Rossum's Universal Robots”, e a palavra *robótica* foi usada pela primeira vez no conto “Runaround”, publicado em 1942, por Isaac Asimov.

De acordo com a definição técnica da *Robotics Industries Association*, um robô é um sistema automático que possui ligações de realimentação entre os sensores, os atuadores e o ambiente, dispensando a atuação humana direta para executar determinadas tarefas. Os sensores podem ser entendidos como os “sentidos” do robô, através dos quais percebe o mundo; os atuadores permitem-lhe realizar ações como deslocar-se, alterar a sua forma ou pegar num objeto; outro sistema fundamental é o controlador, o “cérebro” do sistema que, devidamente programado, desencadeia as ações a realizar de acordo com a leitura das condições ambientais detetadas pelos sensores.

Pode dizer-se que estamos perante um robô sempre que existem tarefas que impliquem movimento ou ação mecânica e a possibilidade de o controlo necessário para tais atividades poder ser realizado pela própria máquina; para que tal se possa concretizar, é necessário um processo prévio de programação por parte do utilizador. Um dos atributos que distingue um robô de outros mecanismos eletrónicos é o de que, uma vez programado, o robô passa a ter autonomia para a execução das suas tarefas e não carece de um comando direto por parte do utilizador. Para tal, o robô dispõe de um sistema básico de computação que lhe possibilita controlar as suas ações mediante dados recolhidos do ambiente que o rodeia, por meio de sensores. Por esta razão, os robôs são geralmente reprogramáveis, o que significa que se pode modificar o seu comportamento simplesmente modificando o programa que dirige as suas ações.

Para que os robôs possam ter aqueles dados acessíveis, dispõem de um conjunto de sensores, ou seja, de dispositivos que viabilizam avaliar vários tipos de condições físicas ambientais e transferir estes dados para o sistema de controlo do robô. De uma forma mais rigorosa, podemos definir sensores como sendo transdutores, ou seja, conversores de grandezas físicas em sinais elétricos correspondentes. Entre os diferentes tipos de sensores, podemos encontrar sensores externos, que lidam com a análise de aspetos do mundo exterior ao robô, e sensores internos, que fornecem dados sobre os parâmetros internos do robô.

Exemplos de sensores externos: câmaras ou outros sistemas de visão artificial, sensores de luz infravermelha, sensores de toque, sensores de humidade, sensores de temperatura, sensores de pressão, sensores de som / ultrassom, sensores de laser, sensores químicos.

Exemplos de sensores internos: sensores de velocidade, sensores de rotação / posição angular, potenciômetros, codificadores (*encoders*), sensores inerciais, incluindo acelerómetros, giroscópios, inclinómetros e bússolas, sensores de posicionamento absoluto do robô como, por exemplo, os sistemas de posicionamento global conhecidos pela sigla GPS (Global Positioning System).

Para que o robô possa executar alguma tarefa física, geralmente dispõe de algum tipo de atuador, ou seja, de um dispositivo que lhe possibilite atuar sobre o meio físico onde está inserido. Os atuadores mais vulgares são os motores que o robô usa para acionar diversos tipos de mecanismos tais como rodas, roldanas, dedos ou braços mecânicos. No caso de sistemas industriais, é comum observarem-se atuadores hidráulicos que utilizam um fluido sob pressão para movimentar um braço robótico; são utilizados em robôs que operam cargas de elevada massa, como na indústria automóvel, por exemplo. Os atuadores pneumáticos utilizam um gás sob pressão para a movimentação do braço; são mais económicos do que os hidráulicos e utilizados em robôs de médio e pequeno porte. Os atuadores eletromagnéticos são motores elétricos de qualquer um dos tipos mais comuns como os motores de passo, servomotores, motores de corrente contínua ou motores de corrente alternada, usados igualmente em robôs de pequeno e médio porte.

A robótica industrial engloba um conjunto de conceitos de mecânica, de cinemática, de automação, de hidráulica, de informática e de inteligência artificial, envolvidos no funcionamento de um robô com a finalidade de realizar uma tarefa de forma mais eficiente do que um ser humano, ou de realizar uma tarefa que um ser humano não seria capaz de realizar devido, por exemplo, à elevada perigosidade ou à hostilidade do meio (ambientes industriais perigosos, espaço, fundos marinhos).

Os robôs industriais reduzem os custos de mão-de-obra, aumentam a produtividade, melhoram a qualidade dos produtos, conseguem operar em ambientes hostis e manipular materiais perigosos.

Um robô industrial normalmente é programado através do armazenamento de comandos na memória do seu controlador. Segundo Groover (2018), existem quatro métodos principais para a programação de robôs:

- *Setup manual* – a “programação” realiza-se através da colocação de obstáculos físicos que são utilizados como barreiras para controlar as posições finais de cada movimento. No entanto, a mera colocação de obstáculos não corresponde exatamente a um método de programação, mas sim a um controlo de natureza mecânica;
- Programação *leadthrough* – requer que o programador movimente o robô de acordo com o movimento desejado durante um processo de aprendizagem, transferindo, assim, o programa para a memória do controlador. Apesar de ser um método simples de programar, possui algumas desvantagens como: a necessidade de interromper o processo de produção e esperar pela reprogramação; ser limitado na capacidade de integrar mecanismos de tomada de decisão no programa; e não ser compatível com tecnologias de computação existentes (CAD/CAM⁶, comunicação, bases de dados);
- Programação direta em linguagens de programação próprias – semelhante à programação de um computador, respeitando-se as características específicas do robô. Tem diversas vantagens como: um melhor tratamento dos sensores; a capacidade para controlar dispositivos externos; o aumento da capacidade de expressar a lógica do programa; e a possibilidade de comunicar com sistemas computacionais externos, possibilitando o acesso a diferentes recursos como bases de dados ou bases de conhecimento;
- Programação *off-line* – semelhante ao método anterior, utiliza uma linguagem de programação própria (com as vantagens já indicadas), mas o desenvolvimento não se faz diretamente sobre o robô; em vez disso, desenvolve-se num sistema de computação normal, como um vulgar computador pessoal, permitindo simular e testar o programa e, apenas quando concluído e depurado, o programa será enviado para o robô. A grande vantagem deste método é o facto de não ser necessário interromper o processo de produção para escrever e testar o programa.

⁶ CAD-CAM: *Computer-Aided Design – Computer-Aided Manufacturing*, desenho assistido por computador – manufatura assistida por computador.

A robótica tem outras valências para além da industrial: nos trabalhos domésticos, no entretenimento, na medicina, nas aplicações militares, nos veículos autômatos inteligentes e em sistemas de busca e salvamento.

Embora ainda com muitas limitações, devido às óbvias dificuldades de simular a realidade a nível computacional, o grau de automatização de um robô pode atingir a aprendizagem automática, recorrendo a algoritmos de inteligência artificial. De uma forma muito simplista, podemos dizer que o conceito de inteligência artificial está ligado ao desenvolvimento de sistemas robóticos que consigam aprender a resolver problemas que não foram previamente solucionados pela programação; no sentido mais abrangente, inteligência artificial refere todos os estudos e desenvolvimentos que se têm registado na área do desenvolvimento de sistemas que consigam aprender e se autodesenvolver, ou seja, gerar novas deduções a partir da análise de várias informações segmentadas, assim como parece acontecer no sistema neurológico dos seres humanos. Transpondo a fronteira do ponto de vista cognitivo, outra imensa ambição das investigações envolvendo tecnologias de inteligência artificial é a possibilidade de fazer com que a criatividade, as emoções e os sentimentos humanos logrem igualmente ser reproduzidos por robôs ou outros sistemas que ainda não saíram do âmbito dos laboratórios de investigação universitários.

Na atualidade, uma vasta gama de atividades beneficia já substancialmente da robótica e das tecnologias a ela associadas; para lá das aplicações industriais mais comuns, segundo informação disponibilizada na página oficial da Universidade do Texas, em Austin⁷, alcançam-se desenvolvimentos significativos em áreas que incluem a assistência médica (por exemplo, cirurgia e reabilitação), defesa, fabricação, transporte (por exemplo, sistemas de condução autónoma), energia (por exemplo, perfuração e turbinas eólicas), casas inteligentes, exploração espacial, manuseamento de materiais perigosos e, ainda, aplicações de cariz doméstico e social. Devido aos avanços fundamentais em várias disciplinas, prevê-se que a robótica seja uma área em grande crescimento nos próximos anos, tanto académica quanto economicamente.

⁷ <http://robotics.utexas.edu/education> (Recuperado em 5-5-2019).

3.1.2. Os robôs Lego Mindstorms

A indústria LEGO, na sua vasta gama de produtos, oferece uma linha especial para as escolas e para o ensino, denominada *Lego Mindstorms Education*. Este *kit* possui um conjunto variado de peças, denominadas *bricks*, usadas para a construção dos robôs. Contém igualmente um *NXT Intelligent Brick (i-Brick)* dotado de um microcontrolador de 32 bits e um módulo de comunicação por *bluetooth*, três servomotores, dois sensores de toque, um sensor de som, um sensor ultrassónico e um sensor de luz e cor, como se pode ver na figura 4. Para além disso, inclui sete cabos de ligação tipo RJ12 para ligar os motores e sensores ao *i-Brick*; um cabo USB para ligar o *i-Brick* ao computador; um CD com o *software* NXT-G; um guia de utilizador com instruções sobre *hardware*, *software* e construção de robôs e um *Teste Pad* para testar os robôs.



Figura 4: Motores, sensores e i-Brick do kit Lego Mindstorms NXT (Fonte: mindstorms.lego.com)

O produto *Lego Mindstorms* resulta de uma parceria entre o Massachusetts Institute of Technology (MIT) e o *LEGO Group* e é constituído por um conjunto de peças da linha tradicional (tijolos cheios, placas, rodas) e da linha *LEGO Technic* (tijolos vazados, motores, eixos, engrenagens, polias e correntes), acrescido de um conjunto de sensores controlados por um processador programável, o módulo *RCX (Robotic Command Explorer)*. O módulo *RCX* processa comandos pré-programados num computador, através de *software* específico, como o *RoboLAB* ou o *Robotics Invention System*, permitindo a interação do robô com o ambiente no qual se move.

Estes sistemas permitem criar robôs simples, passíveis de executar funções básicas pré-programadas; são utilizados não apenas com intenção lúdica, mas também com função educativa em instituições de ensino tecnológico abordando a teoria e a prática de

conteúdos direcionados para a introdução à robótica. O sistema permite o desenvolvimento de projetos de pequeno e médio porte, despertando a criatividade e a solução de problemas do quotidiano por parte dos alunos.

Papert é considerado um dos principais teóricos de aprendizagem do mundo e um visionário no que respeita à utilização de tecnologia enquanto meio de aprendizagem; a sua teoria construcionista salienta que as crianças aprendem de forma mais efetiva quando estão divertidamente empenhadas na construção de projetos significativos. A génese deste produto é um seu legado. O próprio nome, *LEGO Mindstorms Robotic Invention Kit*, não deixa margem para dúvidas: trata-se de uma referência óbvia ao seu *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*, publicado em 1980.

The collaboration between LEGO and the researchers of the Epistemology and Learning Group started in 1985, shortly after the founding of Microworlds. The President of LEGO had read Papert's *Mindstorms* and realized that the two groups shared similar convictions about how children learn. Furthermore, LEGO was interested in and intrigued by the novel use of their system. (Mindell, 2000, p. 18)

Tal como já tinha acontecido com a utilização dos computadores nas escolas, também o potencial deste produto pode ser facilmente esquecido:

While LEGO has successfully sold hundreds of thousands of *Mindstorms* kits and add-ons, it would be naïve to surmise that this represents a win for constructivism. Both LEGO and Media Lab researchers have remarked that many schoolteachers are not using the toy as intended (i.e. they are using it as an “instructivist” toy, rather than a “constructivist” one.) [21]. On the one hand, this may be considered a loss. On the other, though, the tools have been deployed; this is a critical element involved in disseminating the LEGO learning philosophy. (*Ibidem*, p. 30).

Na página oficial do MIT, onde se anuncia que a *Fundação LEGO* passa a conceder bolsas do *Media Lab* para homenagear o legado de Seymour Papert⁸, pode ler-se que Seymour mostrou como a programação é um processo muito criativo, semelhante à construção com peças LEGO. As crianças colocam comandos ou tijolos juntos, refletem e avaliam, modificam a sua criação e tentam novamente. Elas encontram infinitas possibilidades – e o que fazem, está certo. “Seymour’s strong and timeless ideas about children, play, experimentation, and learning are still today at the very core of what we do at the *LEGO Group*. Just as Seymour inspired us, it is important that we continue to

⁸ <https://www.media.mit.edu/posts/lego-foundation-endows-media-lab-fellowships-to-honor-the-legacy-of-seymour-papert/>.

bring his ideas forward so that others can be inspired by his work” diz Kjeld Kirk Kristiansen, proprietário do *LEGO Group* e membro do conselho da *Fundação LEGO*.

Papert foi um dos primeiros a reconhecer o potencial revolucionário dos computadores na educação, acreditando que os computadores poderiam proporcionar às crianças novas oportunidades para explorarem, para experimentarem e para se expressarem. Foi também deste autor a ideia do *Logo*, a primeira linguagem de programação para crianças nos anos finais da década de 1960. Papert começou a colaborar com a *LEGO Company*, com sede na Dinamarca, em 1985, ano em que o *Media Lab* foi criado.

3.1.3. Robótica submarina

Os veículos submarinos operados remotamente, mais conhecidos por ROV (do inglês *Remotely Operated Vehicles*), são minissubmarinos de observação subaquática, podendo estar equipados com câmaras de vídeo e diferentes tipos de sensores, são geralmente operados à distância a partir de um navio ou de terra firme. Para todos os efeitos, podem ser considerados sistemas robóticos móveis, já que incorporam a globalidade dos subsistemas eletrônicos e mecânicos que se podem encontrar nos robôs móveis como, por exemplo, um sistema de locomoção (os propulsores), atuadores ou manipuladores (garras robóticas), sensores (câmaras de vídeo, sensores térmicos, químicos, *etc.*) e ainda sistemas de comunicação com ou sem fios.

Existem diferentes tipologias que vão desde os micro ROV, como o da figura 5, de pequeno porte e para utilização em pipelines ou espaços com pequenas cavidades, até ao *Autonomous Underwater Vehicles* (AUV), como o que se pode ver na figura 6, uma classe que dispensa operador humano, dado o sofisticado sistema de sensores, atuadores e controlo dotado de inteligência artificial que lhe conferem total autonomia.



Figura 5 - Pequenos ROV de observação (Fonte: SeaTrepid)



Figura 6 - AUV e conjunto de componentes standard (Fonte: US Navy)

A utilização de ROV é muito diversificada: destacam-se a investigação científica do meio subaquático, as operações militares, as pesquisas arqueológicas e a exploração de recursos marinhos.

Para o nosso estudo, interessa sobretudo conhecer a vertente educativa deste tipo de veículos, já que passou a ser mais uma frente de trabalho do SPAR a partir de 2016, a convite de uma prestigiada instituição científica regional.

O EDUROVs, projeto de robótica submarina educativa do Observatório Oceânico da Madeira (OOM), surgiu em 2016 na sequência de uma parceria com a Plataforma Oceânica das Canárias (PLOCAN), instituto que desenvolve um projeto similar nas ilhas Canárias desde 2012.

A intenção principal do projeto é criar protótipos de ROV como o que se mostra na figura 7, ou seja, de robôs submarinos de pequena escala, simples e de baixo custo, construídos com materiais relativamente acessíveis e de uso quotidiano, mas funcionais. Pretende-se que os alunos de escolas secundárias construam o seu próprio ROV e o apresentem num evento final onde participarão todas as escolas associadas ao projeto. O projeto disponibiliza o material básico (*kit*) necessário à construção do ROV e proporciona o apoio aos professores através de tutoria/formação, que lhes permita desenvolverem o projeto com os respetivos alunos. Segundo informação disponibilizada no site do OOM⁹, dada a aplicabilidade desta tecnologia aliada a um desconhecimento da sua importância que se acredita existir entre a população escolar, pretende-se que este *kit* contribua para um melhor conhecimento da robótica submarina enquanto recurso ao serviço do estudo do Oceano.

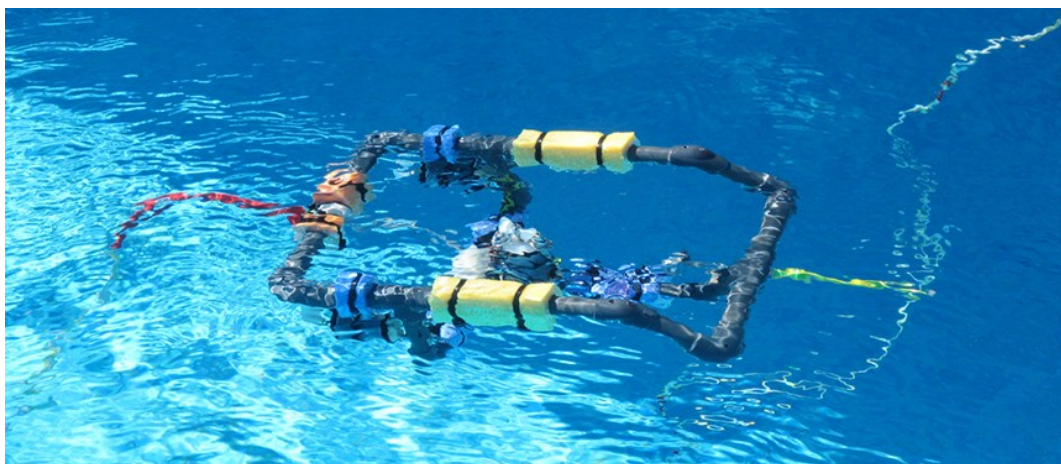


Figura 7 - Submergível básico do EDUROVs (Fonte: OOM)

O site da PLOCAN¹⁰ titula o projeto EDUROVs como *Taller para la atracción y motivación de escolares en secundaria hacia la ingeniería mediante la construcción y operación remota de vehículos submarinos* e destaca a parceria com o grupo VICOROB – *Computer Vision and Robotics Group*, da Universidade de Girona.

Destaca-se também uma noção cada vez mais importante: “*además se busca propiciar la imaginación de los estudiantes para que tengan en cuenta que los ROV’s deben respetar el entorno marino en todos sus aspectos*”.

⁹ <https://oom.arditi.pt/index.php?page=edu>.

¹⁰ <http://www.edurovs.eu/proyecto-inicial-edurovs/>.

Objetivos do projeto EDUROVs:

- Fomentar o interesse dos alunos pelas ciências marinhas e pela tecnologia de exploração marinha;
- Explorar as potencialidades dos robôs submarinos na exploração científica e de recursos marinhos;
- Promover a exploração de conceitos físico-químicos (ex. densidade, força, massa, gravidade, entre outras grandezas);
- Estimular o trabalho em equipa.

A ESFF, através do projeto SPAR, foi a única escola portuguesa a marcar presença na quarta edição do *EDUROVs 2016* – Robótica Submarina Educativa – realizada em Las Palmas, nas Ilhas Canárias.

Este facto é confirmado pelo comunicado da página oficial do consórcio PLOCAN¹¹,

La piscina municipal Julio Navarro, del Club de Natación Las Palmas, acogió un evento demostrativo en el marco del Taller de Robótica Submarina, Proyecto EDUROVs, promovido por la Obra Social de "la Caixa" y PLOCAN. En esta cuarta edición, se mostraron los trabajos de 23 centros de enseñanza secundaria de Canarias y un centro de Funchal (Madeira).

O evento foi organizado pelo PLOCAN e contou com a participação de vinte e três escolas secundárias das Canárias e uma escola da Madeira, a ESFF, que se distinguiu das demais por ter sido a única a apresentar um projeto de comunicação submarina sem fios, com controlo por *bluetooth* através de uma aplicação específica desenvolvida para *smartphones* operando sobre a plataforma *Androide*. Este projeto foi desenvolvido por dois jovens estudantes membros do SPAR, sob a orientação do coordenador do projeto.

Depois desse impulso inicial, o SPAR tem preservado a sua ligação ao projeto *EDUROVs*, mantendo os equipamentos e aplicações, colaborando na sua divulgação e participando nos encontros regionais, realizados anualmente desde então. Fruto de novos desenvolvimentos e de configurações de ROV inovadoras, o SPAR viria a participar novamente neste certame, na edição de 2019.

O projeto EDUROVs tem antecedentes ancorados em projetos similares quer neste, quer no outro lado do Atlântico; segundo Christ e Wernli (2014), para atender à frota de sistemas ROV industriais em constante expansão, foram desenvolvidos vários projetos

¹¹ <http://www.plocan.eu/index.php/es/noticiasplocan/2016/252-mayo/1498-evento-de-robotica-submarina-2016>.

educativos em diversos pontos da Europa e da América do Norte. Um desses programas apresenta muitas semelhanças com o congénere espanhol:

The Marine Advanced Technology Education (MATE) Center was formed in Monterey, California, in order to encourage high school and college-age enthusiasts into the field of subsea robotics. Today the MATE program sponsors international ROV competitions worldwide. (Christ e Wernli, 2014, p. 61)

O MATE foi estabelecido com financiamento da *National Science Foundation* em 1997; a sua missão é usar a tecnologia marinha para inspirar e desafiar os estudantes a aprender e aplicar com criatividade ciência, tecnologia, engenharia e matemática (STEM) para resolver problemas do mundo real de uma forma que fortaleça o pensamento crítico, a colaboração, o empreendedorismo e a inovação.

A própria ideia de construção de um protótipo baseado em tecnologia acessível e de baixo custo, que está na base dos projetos propostos aos estudantes das escolas secundárias aderentes ao EDUROVs, tem uma extraordinária semelhança com o conceito subjacente à competição anual promovida pelo MATE:

There is not much “high technology” in designing, manufacturing, and producing an ROV system. Every year, the Marine Advanced Technology Education Center (MATE) hosts an ROV competition for high school and college students who put together their own operational ROV system.

Educators in British Columbia have put forth a book on how to build an ROV in a garage out of hardware store parts (Bohm and Jensen, 1997). The difficulty is in producing a commercially viable and reliable system that can take the abuse of fieldwork and produce results. (*Ibidem*, p. 625)

3.1.4. Drones

Os drones são dispositivos aéreos não tripulados, controlados remotamente por seres humanos ou por sistemas programáveis (Schroyer, 2013). Sendo artefactos de divulgação muito recente, começa-se a assistir a um aumento considerável do seu uso comercial numa multiplicidade de áreas. Existem diversas gamas e diversos tipos de drones e, progressivamente, têm-se disseminado para além da esfera militar, ganhando relevo em aplicações civis e tornando-se uma opção válida no panorama comercial atual.

De forma resumida, num drone com quatro asas rotativas, como o da figura 8, os motores 2 e 4 rodam no sentido horário e os motores 1 e 3 rodam no sentido oposto criando-se, desta forma, duas forças horizontais contrárias que permitem controlar o movimento de

rotação do quadrotor sobre o seu eixo central, ampliando a controlabilidade do ângulo *Yaw* em voo (movimento em torno do eixo vertical, perpendicular ao eixo longitudinal). O controle do ângulo *Pitch* (movimento em torno do eixo horizontal, perpendicular ao eixo longitudinal) e do *Roll* (movimento em torno do eixo horizontal, na direção do eixo longitudinal) é muito semelhante, bastando aumentar ou reduzir a velocidade dos motores nos cantos opostos da estrutura cruzada da aeronave. A altitude pode ser controlada aumentando ou reduzindo a velocidade em todos os motores simultaneamente.

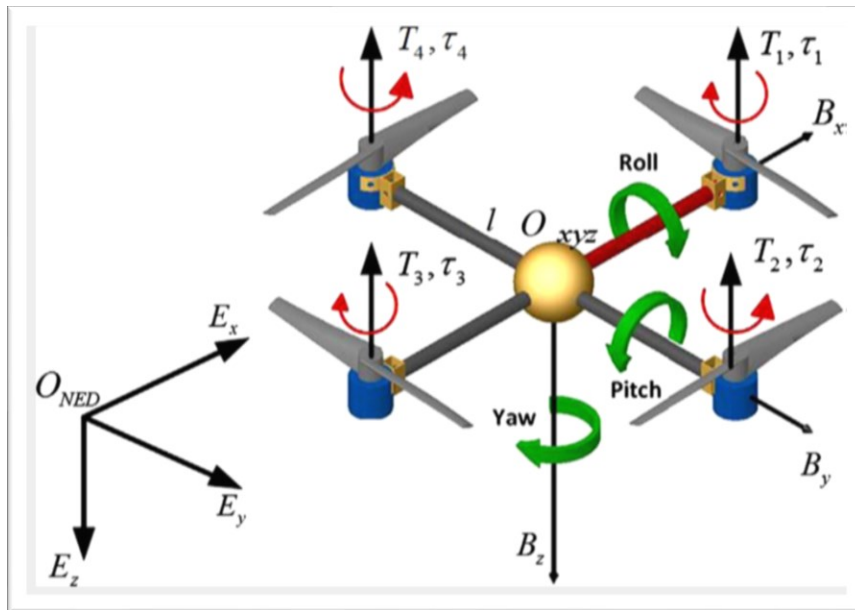


Figura 8 - Dinâmica do voo de um drone (Fonte: Zhao e Go, 2014 p. 1338)

Existem já vários tipos de drones que podem ser programados e utilizados como ferramenta de aprendizagem, proporcionando um sistema de trabalho conjunto. Com esta ferramenta interativa, os alunos aprendem a resolver problemas do mundo real.

No caso da programação de drones, de robôs e de outros dispositivos autônomos, a utilização de *tablets* e de *smartphones* permite estabelecer a programação de aplicações móveis, usando esta ferramenta para introduzir alguns dos conceitos básicos da programação.

Os drones estão na crista da onda da tecnologia de ponta. Investigadores do NASA's Jet Propulsion Laboratory, em Pasadena, Califórnia, testaram o seu trabalho cronometrando os tempos realizados numa pista de obstáculos por drones controlados por inteligência artificial e por um piloto humano profissional. Segundo um dos responsáveis do projeto, os drones foram construídos de acordo com as especificações da corrida e podiam

facilmente chegar a 130 km/h em linha reta; a programação com recurso a algoritmos de inteligência artificial permite voos suaves ao longo de todo o percurso, enquanto os pilotos humanos tendem a acelerar de forma agressiva e, portanto, voar de forma mais instável: “The drones flew more cautiously but consistently. Their algorithms are still a work in progress. For example, the drones sometimes moved so fast that motion blur caused them to lose track of their surroundings.” (Good, 2017)

Sem um piloto humano, os drones autónomos normalmente dependem do GPS para se orientarem, contudo, tal não é uma opção para espaços interiores, como armazéns ou áreas urbanas densas:

Camera-based localization and mapping technologies have various potential applications. These technologies might allow drones to check on inventory in warehouses or assist search and rescue operations at disaster sites. They might even be used eventually to help future robots navigate the corridors of a space station. (*Idem*)

Um desafio semelhante é enfrentado pelos carros autónomos, o que ilustra bem o nível de potencialidades desta tecnologia em franco desenvolvimento.

3.2. Robótica educativa

Papert, no Laboratório de Inteligência Artificial do MIT¹², foi pioneiro nos trabalhos desenvolvidos com robótica na educação. Durante os seus ensaios compreendeu que o computador atraía as crianças e esse dado poderia simplificar o processo de aprendizagem. Na perspetiva da educação, a robótica educativa pode ser definida como a aplicação de noções da robótica industrial num ambiente de aprendizagem, onde o aprendiz interage com o real e com o abstrato para solucionar determinado problema.

Existe um elevado potencial na robótica para motivar os estudantes. Segundo Johnson (2003), as universidades têm grande liberdade para definir o seu próprio curriculum de robótica, ao passo que a maioria das escolas não tem os recursos nem a liberdade para tal. Contudo, isto não impede a introdução da robótica educativa nos *curricula* escolares vigentes, porque um dos benefícios da robótica educativa é a sua multidisciplinariedade,

¹² As contribuições de Papert vão para além do campo da educação. Juntamente com o Marvin Minsky, Seymour Papert cofundou o Laboratório de Inteligência Artificial do MIT.

uma vez que lida com noções de diferentes disciplinas, incluindo as ciências de computação e, mais especificamente, a programação.

Segundo Alimisis (2009), conforme o papel que a robótica desempenhe no processo de aprendizagem, pode qualificar-se como ferramenta ou como objeto de aprendizagem. Se tomado como ferramenta de aprendizagem, o robô é proposto como uma ferramenta para o ensino/aprendizagem de outras disciplinas, tais como matemática ou física; já a robótica enquanto objeto de aprendizagem tem o seu foco em temas diretamente relacionados com a própria robótica – aspetos construtivos do robô, a programação do robô e, em estágios mais avançados, a inteligência artificial.

Os robôs têm sido usados nos diferentes níveis de ensino, desde o ensino básico ao superior. Em Portugal, no primeiro ciclo, decorreu o projeto *RobôCarochinha* (Ribeiro, 2006) no qual, através da programação e encenação da história da Carochinha, os robôs foram usados como instrumento para ajudar os alunos na aprendizagem da matemática, do estudo do meio, da língua portuguesa e das expressões, bem como da educação tecnológica. Outro tipo de projetos utiliza o robô como objeto de aprendizagem, com a finalidade de desenvolver o pensamento computacional, aceitando que esta virá a ser uma competência essencial e transversal a todas as áreas do saber (Serafini, 2011).

No que toca ao Ensino Superior, Kumar e Meeden (1998) usaram robôs em disciplinas de Inteligência Artificial, indicando como razão o facto de os robôs seduzirem os alunos e esse interesse poder ser usado como um estímulo para a aprendizagem, visto que os alunos querem ver o sucesso da sua criação.

Benitti (2012) salienta que, apesar de a robótica ter um elevado potencial para promover o ensino, a aprendizagem dos alunos não é garantida apenas pela sua simples utilização em contexto de sala de aula; entre os fatores que podem afetar o seu sucesso, encontra-se a escolha de um robô adequado, o conhecimento técnico do professor nesta área específica, as salas de aula terem uma área suficiente para o ensaio e movimento do robô, a aplicação de metodologias de aprendizagem adequadas, bem como a boa organização das equipas de trabalho.

3.2.1. Os eventos de robótica

Segundo Ribeiro (2014), a *RoboParty* é o único evento de robótica, em todo o mundo, simultaneamente pedagógico e lúdico, em larga escala e nestes moldes de diversão. O principal objetivo deste evento consiste em preparar os mais jovens para o futuro, ensinando-lhes conceitos de tecnologia através de um tema multidisciplinar como é a robótica.

Este projeto é organizado pela Universidade do Minho com o apoio da empresa *Botnroll.com*. Envolve formações de curta duração preparadas especificamente para este fim, em eletrónica, em programação e em mecânica, tendo depois os participantes que meter mãos à obra e montar um *kit* robótico desenvolvido pela *BotnRoll.com*.

Os jovens participantes aprendem não apenas como construir um robô móvel autónomo, mas também alguns conceitos básicos de robótica, aprendem como se monta uma placa eletrónica, aprendem a soldar os componentes eletrónicos na placa, aprendem os principais comandos de programação, a utilização de sensores para aquisição de dados, bem como de atuadores para motorização e alguns conceitos básicos de controlo de um sistema.

Um aspeto de particular importância para o apoio a estes jovens que se iniciam na robótica é a existência de uma equipa de mentores:

Cada conjunto de 4 equipas têm um tutor (aluno finalista do Mestrado Integrado em Engenharia Eletrónica Industrial e Computadores) que faz um acompanhamento mais próximo e que vai tirando qualquer dúvida que vá surgindo durante a montagem do robô, estando assim os participantes mais seguros da sua aprendizagem. (Ribeiro. 2014, p. 14)

A *RoboParty* incentiva ainda a troca de conhecimentos entre as várias equipas participantes e dá a conhecer as principais competições de robótica nacionais e internacionais. Relativamente à oitava edição da *RoboParty*, o autor, que é simultaneamente organizador do evento, sublinha:

Desta vez, e para acompanhar a evolução tecnológica, o kit Bot'n Roll que os jovens vão construindo usa tecnologia Arduino. (...) O ambiente de programação deste kit é o próprio IDE¹³ Arduino facilitando assim a aprendizagem em termos de programação. Sendo esta uma tecnologia OpenSource¹⁴ há imensos manuais e programas de exemplo

¹³ IDE, do inglês *Integrated Development Environment* ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado, é um ambiente "amigável" de programação que associa características e ferramentas de apoio ao desenvolvimento de aplicações.

¹⁴ Iniciativa que promove o licenciamento livre para o design, consulta, avaliação ou modificação do produto.

disponíveis na Internet que poderão ser usados e testados no seu hardware. Para além disso a Bot'n Roll disponibiliza na sua página web <http://botnroll.com/onea/> todos os manuais de construção e programação. Importa realçar que este é um produto 100% desenvolvido em Portugal. (*Idem*)

A participação do SPAR

Desde a sua criação, o SPAR tem participado em diferentes eventos regionais, nacionais e transnacionais. A participação mais frequente do SPAR em encontros de robótica tem sido na *Roboparty*. Este evento pedagógico consiste em reunir equipas de quatro pessoas, durante três dias e duas noites, para ensinar a construir robôs móveis autónomos de uma forma simples e divertida e com acompanhamento de pessoas qualificadas. Primeiramente, é dada uma curta formação para iniciar os primeiros passos em eletrónica, programação de robôs e construção mecânica, depois é entregue às equipas participantes um *kit* robótico desenvolvido por uma das empresas patrocinadoras do evento.

A participação neste evento é muito apreciada pelos membros do SPAR que, em alguns casos, juntam à extraordinária experiência pedagógica a aventura do seu batismo de voo. Não se pense, contudo, que é fácil levar uma equipa do SPAR a tal evento: entre outras dificuldades, a mais penosa de ultrapassar prende-se com a dificuldade em reunir as condições financeiras e logísticas para a aquisição de viagens e inscrição da equipa participante no evento. Geralmente os estudantes contemplados com esta participação provêm de famílias com algumas dificuldades financeiras, pelo que a colaboração generosa dos restantes membros do projeto tem sido uma valiosa ajuda.

A página oficial da *Roboparty*¹⁵ resume desta forma as características do evento em 2019:

- Proporcionar-te um tempo bem passado
- Proporcionar troca de conhecimentos com os outros participantes
- Aprender "Introdução e História da Robótica"
- Aprender os conceitos básicos de um robô móvel
- Aprender a montar uma placa eletrónica capaz de controlar um robô
- Aprender a soldar os componentes
- Aprender os comandos básicos de programação de robôs e computadores
- Construir a mecânica de uma plataforma móvel (robô)
- Leitura de vários sensores (aquisição de dados)

¹⁵ <http://roboparty.org/RPGuimaraes/abstract.php>.

- Atuação de motores e outros dispositivos (para mover o robô)
- Conhecer as competições robóticas nacionais e internacionais (regras, vídeos de demonstração, como participar)
- Mostrar-te alternativas universitárias por forma a poderes fazer uma escolha mais acertada e compatível com os teus conhecimentos
- Tens ainda desporto e diversão com fartura

Outro evento da maior importância é o **Festival Nacional de Robótica (FNR)**, uma iniciativa da Sociedade Portuguesa de Robótica (SPR), que é provavelmente o maior encontro científico em competições de robótica que tem lugar em Portugal; reúne anualmente cerca de quinhentos participantes, incluindo alunos de escolas básicas, secundárias e instituições de ensino superior, bem como investigadores nas áreas da robótica e automação, nacionais e internacionais. O FNR pretende atrair mais jovens para as áreas da ciência, da tecnologia, da engenharia e da matemática, promovendo o espírito inovador e empreendedor das crianças e jovens através de métodos ativos de ensino e a aquisição de competências transversais.

O Festival Nacional de Robótica atua em três frentes principais:

- Competições robóticas (juniores e seniores)
- Encontro científico
- Demonstrações e atividades afins, como *ateliers*

A *Robot@Factory* é uma das competições em que a tarefa dos robôs consiste em transportar certos objetos entre armazéns e máquinas. Os robôs devem ser capazes de recolher, transportar e posicionar os materiais, assim como localizar-se e navegar no ambiente fornecido e evitar choques com paredes, obstáculos ou outros robôs.

É de notar que diferentes organizações desenvolvem encontros e competições com objetivos semelhantes, como a *First Lego League*, a *RoboCup* ou a *Eurobot*; contudo, todas essas iniciativas focam-se somente nos aspetos mecânicos e descuram a eletrónica. Em algumas iniciativas chega-se a recomendar que os robôs sejam programados pelos professores ou pelos pais, ficando a cargo dos mais jovens pouco mais do que a atuação nos botões *start/stop*. A perspetiva do Laboratório de Automação e Robótica (LAR) da Universidade do Minho é bem diferente:

A pedagogical approach is essential in order to allow their interest on robotics and engineering in general to naturally grow. Postponing this “lack of engineers” problem to future generations will compromise our own future. (...) The Robotics group at

University of Minho has decided to take a step further and motivate youngsters to the robotics field, and instead of helping them competing with robots they invite them to come to the University of Minho in groups of 4 people to learn how to build a small robot. Teams of students with a tutor (teacher, parent or any adult responsible for the team) would get together for three non-stop days in a single event, where they would be taught how to build and program a robot with their own hands, with lectures specially created for their young ages, by experts on robotics. The experience was a complete success. (Ribeiro, Lopes, Pereira, e Cruz, 2016, p. 730)

Para uma efetiva aprendizagem das ciências por parte dos mais novos, segundo Ribeiro (2009), são de extrema importância projetos multidisciplinares e *hands-on* que possam enriquecer as suas aptidões e dar-lhes oportunidades para que sintam e experienciem as dificuldades de um desafio real.

The development of Robotics is a good example of such projects. Amongst others, the main advantages for the students consist of acquiring knowledge in various areas such as electronics, programming, communications, mechanics, etc., the experience of working in group, the development of real physical prototypes built by themselves, and also the possibility of participating in robotics competitions with other teams and getting the possibility of comparing their work and discussing it with other people. Above all, this is easily become in the end, a rewarding learning experience. (Ribeiro, 2009, p. 15)

Para começar, o investigador recomenda alguns *kits* de robótica como os da *Lego Mindstorms*, bem como a participação em competições e outros eventos de robótica. A participação neste tipo de eventos pode ser muito relevante não apenas para os estudantes, mas também para os professores que os acompanhem, por tudo o que podem aprender e igualmente porque os estudantes que participam se tornam mais recetivos à aprendizagem.

Mobile robotic competitions are important because students get very much involved on the subject, they work in group, they compare their work with other schools, etc. A competition is a good work form as it provides students a specific and stimulation goal. The projects are fun and stimulating so that the motivation and desire to make an effort in the course is high.

The main advantages in short term are that they participate in educational projects, students get more motivated to continue learning and they get competences in different scientific areas.

In long term, probably more students decide to continue their studies (at University level), there will be more chances of blossoming technological companies, new technological solutions in civil areas, etc. (*Ibidem*, p. 23)

3.3. Impressão 3D

A técnica de **prototipagem rápida** (RP - *Rapid Prototyping*), utilizada em diferentes tipos de indústrias, era uma expressão utilizada para descrever um método de criação célere de um sistema ou de uma parte do mesmo que revelasse o produto final antes do seu lançamento e comercialização, ou seja, um protótipo a partir do qual se pudesse, eventualmente, vir a fabricar o produto final. Todavia, o desenvolvimento da tecnologia e dos diversos métodos de RP levou a que esta definição se fosse desajustando face à excelência e funcionalidade do *output* oferecido pelos diferentes sistemas. Enquanto, numa primeira etapa, o produto dos processos de RP servia somente para a preparação de protótipos, com a evolução tecnológica o produto conseguido assemelha-se progressivamente ao produto final.

Segundo Gibson, Rosen e Stucker (2010), o que outrora se designava por RP passou a ser designado por Produção Aditiva (AM - *Additive Manufacturing*), já que o princípio associado a estas técnicas é a produção baseada em adição sucessiva de material ao longo do processo. Além de RP, outras expressões são atualmente aceites pela comunidade internacional para aludirem às técnicas de AM, enfatizando outros aspetos técnicos relacionados com este tipo de produção:

- Produção sólida de livre formato
- Fabricação automatizada
- Produção por camadas
- Produção por aumento de material
- Produção CAD direta
- Impressão 3D (ou *3D Printing*)

A **impressão 3D** (3DP¹⁶), originalmente utilizada para referir máquinas específicas, faz alusão aos princípios de impressão convencional transpostos para uma terceira dimensão. Refere-se, portanto, às tecnologias utilizadas para produzir/imprimir um objeto tridimensionalmente ao invés de o produzir de uma forma tradicional. Esta expressão, embora relativamente recente, é talvez a mais utilizada quando se fala dos processos de fabrico, fazendo uso de técnicas de AM.

¹⁶ 3DP - Abreviatura para *3DPrinting* (impressão tridimensional).

Existem duas formas primárias de fabricação digital: a aditiva e a subtrativa. Os processos subtrativos baseiam-se na remoção de partes do material original e incluem ferramentas como cortadores a laser, fresadoras CNC¹⁷ e cortadores de vinil. Os processos aditivos criam uma peça adicionando incrementalmente camadas sucessivas de material. As impressoras 3D são mais comumente associadas à fabricação aditiva.

Qualquer peça ou produto obtido através de uma técnica de 3DP tem que previamente passar pela etapa de modelação 3D recorrendo a *software* de desenho assistido por computador (CAD - *Computer Aided Design*). Esta fase consiste em desenvolver em suporte informático um modelo rigoroso do produto que se pretende produzir. A figura 9 mostra esquematicamente as diferentes fases envolvidas na produção de um objeto através das técnicas de 3DP, desde o desenho tridimensional à impressão final.

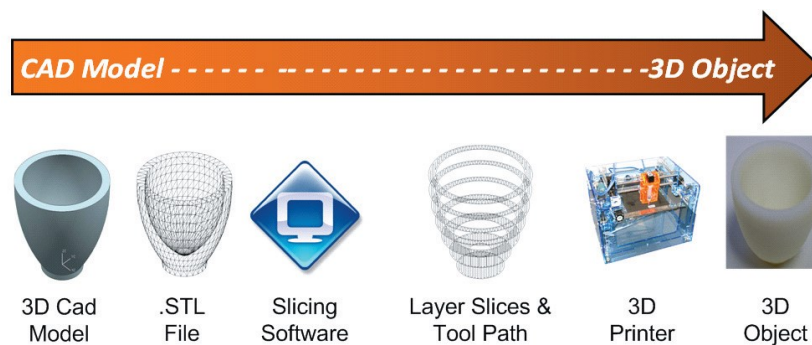


Figura 9 - Etapas do processo de produção aditiva (Fonte: Campbell *et al.*, 2011)

A segunda etapa consiste na conversão para STL¹⁸; este termo deriva da primeira técnica de 3DP comercializada, a Estereolitografia. Um ficheiro STL é uma forma de traduzir o ficheiro CAD relativamente à sua geometria, recorrendo para isso a uma série de polígonos que se ajustam à superfície do modelo construído. Este é um processo praticamente universal nas técnicas de 3DP para a conceção de produtos, sendo que a generalidade dos programas de CAD têm a aptidão para definir o tamanho mínimo dos polígonos de ajuste de geometria, uma requisito de nível físico da impressão. Outra operação relevante decorrente da conversão do modelo para STL é a utilização de sofisticadas ferramentas para detetar e corrigir os erros resultantes da conversão CAD

¹⁷ Controlo numérico computadorizado, do inglês *Computer Numeric Control*, é um sistema que permite o controlo de máquinas, sendo utilizado principalmente em tornos e outras máquinas que utilizam processos de desgaste mecânico que visam dar forma a uma peça.

¹⁸ Abreviatura de *STereoLithography*.

para STL.

A configuração da máquina de impressão é outro fator a ter em conta antes do início da impressão do objeto; trata-se de um procedimento particular quer da máquina utilizada, quer da técnica selecionada. Os parâmetros mais importantes a serem configurados estão relacionados com a matéria-prima, ou seja, o tipo de filamento de impressão, as fontes de energia utilizadas, a temperatura de fusão do filamento, a espessura de cada camada e o tempo de processamento do objeto.

Depois de percorridas estas etapas, e tendo em atenção fatores como o tamanho do objeto a imprimir, a sua posição e orientação, chega o momento de enviar para a máquina de impressão o ficheiro STL e dar a ordem de impressão.

A fase de impressão decorre automaticamente sendo apenas necessária alguma supervisão. É nesta fase que se podem observar muitos dos princípios da 3DP, nomeadamente a lenta construção com base na deposição consecutiva de material e o decorrente processamento camada a camada até se obter a forma final do objeto tridimensional.

O pós-processamento refere a etapa que se segue à impressão propriamente dita: abrange operações de acabamento dos objetos para posterior aplicação e poderá envolver atividades abrasivas, como o polimento e o lixamento ou a aplicação de revestimentos de superfície. Trata-se de uma fase muito específica do objeto final e do propósito para que foi construído.

Com a rápida disseminação de equipamentos de boa qualidade a preços comportáveis, Campbell, Williams, Ivanova e Garrett (2011) constataram uma dramática redução de custos económicos e ambientais na produção de bens de consumo apoiada em AM.

Muito rapidamente, a 3DP está a deixar de ser uma tecnologia apenas emergente, para passar a ser uma tecnologia realmente transformadora. A sua aptidão para possibilitar o fabrico (impressão tridimensional) de praticamente qualquer objeto, irá certamente ter fortes repercussões em múltiplos aspetos do funcionamento da nossa sociedade. Estas são razões bastantes para que os autores denominem a produção aditiva e a impressão 3D de tecnologias disruptivas:

AM technology also enables the design, and efficient manufacture, of personalized products, and could drive the transition from mass production to mass customization, in which each item produced is customized for the user at little or no additional production cost.

Ultimately, AM has the potential to be as disruptive as the personal computer and the internet. The digitization of physical artifacts allows for global sharing and distribution of designed solutions. It enables crowd-sourced design (and individual fabrication) of physical hardware. It lowers the barriers to manufacturing and allows everyone to become an entrepreneur. (Campbell *et al.*, 2011, p. 9)

Enquanto equipamento de trabalho num espaço de investigação e desenvolvimento, como é o caso do projeto SPAR, a impressão 3D é um recurso de inestimável valor para todos os participantes desejosos de construir algo que projetaram.

The rise of AM will likely lead to the re-invention of many old products, as well as to extraordinary new innovations. Since AM processes can print virtually anything that can be designed on a computer – thus eliminating the limitations posed by machine tools, stamping and molding – engineers and designers will no longer be limited in their designs because of previous manufacturing technologies. This could lead to better products that competitors will not be able to match without also adopting the new design and manufacturing process. AM is likely to provide a boost to innovation and could provide a major new impetus to bring manufacturing back. (*Ibidem*, p. 11)

Dada a rapidez com que se disseminam os novos sistemas tecnológicos, é muito provável que num futuro próximo a 3DP esteja apta a produzir em massa e que a sua utilização seja cada vez mais democratizada, pelo que parece expectável que esta tecnologia venha revolucionar a forma como se concebem e produzem bens de consumo num futuro próximo. Por outro lado, a impressão 3D tem tudo para sustentar o novo paradigma de Produção Limpa (CP - *Cleaner Production*)¹⁹ em favor da sustentabilidade ambiental.

A programação é uma ferramenta criativa singular com potencial para apoiar a expressão pessoal. Infelizmente, muitas pessoas que são novas na programação veem-na como uma habilidade altamente especializada, difícil e inacessível, que é relevante somente para carreiras em campos de ciências, engenharia ou negócios. Apesar dessa perceção, a programação permite novas formas de comunicação e expressão criativas através do meio computacional. Arte visual e física, artesanato e design são domínios inter-relacionados que oferecem possibilidades interessantes quando alargadas pela computação. Ao forjar fortes conexões entre a habilidade de programar e a construção de objetos físicos pessoalmente relevantes, pode ser possível fomentar experiências criativas significativas em computação e produção para não profissionais. Segundo Jacobs (2013), a combinação

¹⁹ Segundo o Journal of Cleaner Production, '*Cleaner Production*' is a concept that aims at preventing the production of waste, while increasing efficiencies in the uses of energy, water, resources, and human capital, ou seja, um conceito que visa prevenir a produção de resíduos, enquanto aumenta a eficiência nos usos de energia, água, recursos e capital humano.

de design computacional, fabricação digital e artesanato manual para criar artefactos funcionais oferece uma oportunidade de tornar a programação atraente para pessoas interessadas em formas sensíveis de produção artesanal. A síntese desses campos, ilustrada na figura 10, pode definir-se com a expressão *artesanato algorítmico*.

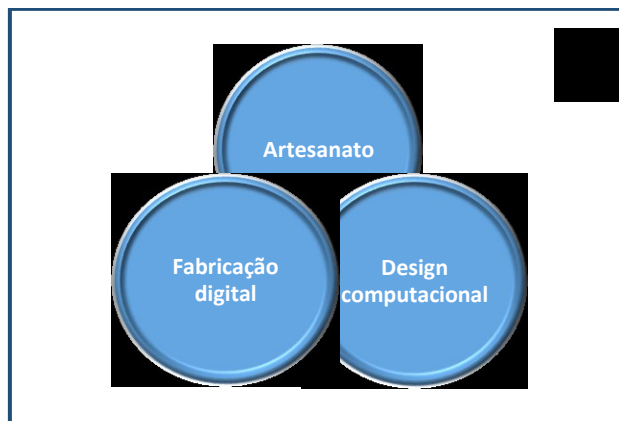


Figura 10 - Os domínios de interseção do artesanato algorítmico

Frequentemente usado para criar trabalho baseado em ecrã, o design computacional também é aplicável ao design de objetos físicos. O advento da tecnologia de fabricação digital permite uma transição de formas digitais produzidas por computação a artefactos físicos do mundo concreto. O uso conjunto de design computacional e fabricação digital está a tornar-se um componente integrante da arte profissional e design, tanto como método de prototipagem rápida, como meio de produção de trabalhos acabados. Apesar de estas tecnologias servirem principalmente profissionais, a combinação de design computacional com a fabricação digital também oferece a oportunidade de expressão a criativos amadores. A crescente diversidade em ambientes de programação, combinada com o surgimento do movimento de fabricação pessoal, sugere novas maneiras de apoiar os não-profissionais numa prática combinada de computação, design e construção. Além disso, muitas formas de fabricação digital são compatíveis com as artes tradicionais e as técnicas artesanais. A combinação de design computacional e fabricação digital fornece uma maneira de tornar a programação relevante para pessoas interessadas em artesanato. O desenvolvimento de ferramentas de design computacional e de fabricação digital acessível, apresentam novas oportunidades, ampliando a participação na programação, expandindo as formas pelas quais as pessoas criam e mudando o papel que a programação pode desempenhar na vida das pessoas.

O **artesanato algorítmico** é o uso combinado de design computacional, fabricação digital e artesanato. A fusão das propriedades do artesanato com o design computacional e a fabricação digital permite uma prática criativa que exhibe a variabilidade e a complexidade da computação, a precisão e a repetibilidade da fabricação e as preocupações materiais, funcionais e estéticas do artesanato. O artesanato algorítmico permite que os indivíduos usem programação e fabricação digital como um meio de expressão criativa agradável e útil. Por outro lado, a técnica algorítmica encoraja a incorporação dos valores dos artesãos no desenvolvimento de novos métodos de fabricação digital e ferramentas de design computacional, abrindo caminho para novas formas de inovação nesses campos.

Em conclusão, pode afirmar-se que, à medida que os computadores crescem em sofisticação, complexidade e ubiquidade, torna-se possível considerar a computação como uma força “desincorporada”, fora do alcance da maioria das pessoas comuns e incompatível com formas familiares de produção; contudo, cada vez mais o oposto é verdadeiro. Os computadores oferecem formas poderosas de expressão pessoal, ajudando-nos a ver o mundo de novas maneiras. A computação não invalida outras formas de criação, melhora-as. Design computacional, fabricação digital e artesanato são formas especiais de criação. Com as suas qualidades criativas, o design computacional pode por vezes parecer alquimia: formas simples são convertidas para elaborar composições complexas, quase por magia. A fabricação digital é uma maneira de traduzir “formas mágicas” geradas por computador em materiais físicos.

Uma peça artesanal tem uma forma diferente de valor, um orgulho no reconhecimento de que uma peça é rara e distinta e existe como resultado direto das mãos que a moldaram. Ao mesclar esses três campos, o artesanato algorítmico fornece às pessoas a oportunidade de preservar as ideias computacionais de uma forma física individual.

Como forma de fazer, o artesanato algorítmico dá às pessoas a oportunidade de experimentar o prazer que é possível quando se usa programação, fabricação digital e as mãos, para construir algo inteiramente novo.

3.4. O valor pedagógico da programação

Um programa consiste num conjunto de instruções, ou ordens dadas à máquina, com a finalidade de realizar uma tarefa particular (Aguilar, 2008). Gomes, Henriques e Mendes (2008), propõem uma aceção em que o ato de programar vai muito além da mera escrita

de uma sequência de linhas de código numa determinada linguagem, elevando-o ao nível de uma arte ou mesmo de uma ciência. Uma arte, na visão dos autores, porque com criatividade podemos ter várias formas distintas de codificar instruções, e uma ciência, porque é formada por um conjunto de regras orientadoras, onde é necessário usar de lógica e onde existem procedimentos rigorosos que garantem a eficiência, a economia e a utilidade dos programas assim gerados.

Sempre que os estudantes aprendem a programar, acontece o fenómeno da transferência de competências, experimentam uma noção de controlo sobre um poderoso instrumento tecnológico e, ao mesmo tempo, estabelecem contacto com conteúdos programáticos de diferentes áreas disciplinares, tais como a ciência, a matemática ou a arte da construção de modelos intelectuais (Papert, 1980).

A programação é uma matéria da nova geração que junta elementos de diferentes áreas. Dá, aos estudantes, a oportunidade de se depararem com um tema multidisciplinar, ligando diferentes aspetos num único projeto. Assim, os estudantes podem aplicar conhecimentos obtidos previamente e, em certos casos, por exemplo através da programação de robôs, aprofundarem os conhecimentos sobre os conceitos físicos de deslocamento, rotação ou atrito (Saeli, Perrenet, Jochems e Zwaneveld, 2011).

O projeto de um programa passa por diversas etapas (Aguilar, 2008):

Análise – o problema é examinado tendo em conta a pormenorização dos requisitos;

Projeto – uma vez analisado o problema, projeta-se uma solução algorítmica²⁰ que resolva o problema;

Implementação – consiste na codificação da solução algorítmica numa determinada linguagem de programação.

Um dos benefícios do ensino da programação e da algoritmia é a promoção do pensamento computacional. O pensamento computacional combina as habilidades do pensamento humano com as capacidades dos computadores (Phillips, 2009).

O domínio da programação suplanta o mero conhecimento de técnicas de programação, abrangendo também o entendimento profundo dos conceitos de computação (Martins e

²⁰ Algoritmo é uma sequência de instruções que podem ser executadas de modo a atingir um determinado objetivo – a resolução de um problema.

Cravo, 2011). Por outro lado, Sebasta (2003), refere que o estudo dos conceitos de programação se revela fundamental e beneficia os estudantes ao ampliar a sua aptidão para expressar ideias.

Uma competência muito valorizada pelos empregadores é a capacidade para resolver problemas; ora, o pensamento computacional envolve a resolução de problemas, apoiando a estratégia de transformação de um problema aparentemente complexo, em problemas mais simples que se sabe como resolver, através da redução, da divisão ou da simulação (Wing, 2006). Segundo o autor, ao utilizarem-se dispositivos de computação, estamos a usar a nossa inteligência para resolver problemas que não arriscaríamos abordar antes da era da computação. A noção central do pensamento computacional é refletir em dados e ideias, utilizando e combinando esses recursos para resolver problemas. Os professores podem incentivar os estudantes a raciocinar computacionalmente propondo atividades em que os estudantes para além de “utilizarem” ferramentas de tecnologia e informações, passam a “criar” com essas mesmas ferramentas e informações (Phillips, 2009).

As linguagens de programação podem ser divididas em quatro categorias: imperativas, lógicas, funcionais e orientadas a objetos. Uma linguagem visual é uma subcategoria das linguagens imperativas que utiliza sistemas de representação de informação pictórica; a sua interface gráfica permite conceber programas de uma forma simples, através de um sistema de arrastar e largar.

Os aspetos semânticos e sintáticos das linguagens imperativas como o Pascal ou o C, impõem um grande esforço de estudo da própria linguagem, remetendo para segundo plano as noções fundamentais da programação. Quem defende as linguagens visuais refere que as linguagens de programação textuais se têm mostrado muito difíceis de aprender, porque a maioria das pessoas pensa e recorda factos em termos de imagens, relacionando-se com o mundo de uma maneira essencialmente gráfica e utilizando as imagens enquanto componentes elementares do pensamento criativo. Assim, restringindo ou eliminando a necessidade de transpor ideias visuais para exposições textuais artificiais, consegue-se atenuar aquela dificuldade de aprendizagem (Boshernitsan e Downes, 2004).

Apesar das dificuldades que geralmente os principiantes sentem ao aprender programação, autores como Papert (1980) defendem que o ensino desta disciplina, uma vez apoiado em ferramentas e estratégias de ensino apropriadas, em certa medida pode vir a tornar os aprendentes muito hábeis. Aliando o deslumbramento que os estudantes

têm pelos robôs, com as suas preferências por atividades de natureza prática ou *hands-on*, pensa-se que a robótica educativa possa oferecer contextos de aprendizagem agradáveis em que os estudantes percebam a utilidade prática das noções que estão a aprender.

Programar é uma tarefa difícil que pode gerar elevados níveis de insucesso. A programação comporta, em primeiro lugar, um problema de resolução de tarefas, em que estão envolvidas diferentes competências e funções cognitivas. Impõe competências matemáticas, raciocínio lógico, pensamento crítico e abstrato, compreensão da finalidade e utilidade do problema, percepção dos conceitos e da sintaxe das linguagens de programação, atenção aos detalhes, determinação, esforço e perseverança. É indispensável refletir sobre o problema e sobre a sua solução, assim como detetar e corrigir quer os erros lógicos, quer os erros de outra natureza. (Pacheco, Gomes, Henriques, Almeida e Mendes, 2008).

Os estudantes de programação tendem a aprender melhor se praticarem muito para obter experiência numa área específica e se forem usados ambientes de aprendizagem e projetos centrados nos próprios estudantes (Blikstein, Worsley, Piech, Sahami, Cooper e Koller, 2014).

Learning to program is personal. Just as there will always be multiple solutions to a computer science problem, there should be multiple solutions to building expertise in programming, embracing diversity rather than negating it. Thus, the best approach to computer science education, echoing calls for epistemological pluralism (Turkle e Papert, 1992), is to be open to programming pluralism. (Blikstein *et al.*, 2014, p. 595).

Em particular, os mais inexperientes tendem a aprender melhor a programar num projeto de aprendizagem multimodal, envolvendo a construção de robôs ou outros dispositivos físicos programáveis, ou a criação de media ou, ainda, a interação com ambientes exploratórios baseados em computadores, tornando, por essa via, bastante rigorosas as abordagens aos problemas do quotidiano que envolvem aprendizagens em larga escala, muito mais viáveis do que aquelas que habitualmente acontecem nas salas de aula.

A *George Lucas Educational Foundation* engloba a *Lucas Education Research* e a *Edutopia* – uma fonte confiável que destaca o que funciona bem na educação. A *Edutopia* procura contar histórias de inovação e aprendizagem contínua no mundo real. Nesse âmbito, o seu diretor de conteúdos realizou uma interessante entrevista a Mitchel Resnick, da qual se extraem alguns excertos cujo conteúdo aparenta interessar a esta investigação.

A dado momento, o entrevistador refere o momento, aludido por Resnick, em que se deixou seduzir pelas ideias de Papert, aquela percepção – quase espantosa na época – de que o computador não é apenas um processador de informações, mas uma plataforma para a construção do conhecimento humano; ao que Resnick responde que isso reflete uma luta no sistema educacional que não tem nada a ver com tecnologia. Muitas pessoas pensam em aprendizagem e educação como um processo de fornecimento de informações ou instruções, enquanto outras pensam aprendizagem e educação como centradas no aluno – aprender é explorar, experimentar, criar. Essas são visões muito diferentes que antecedem o computador, mas é claro que o computador se pode encaixar em qualquer um desses dois modelos. Pouquíssimas pessoas crescem para serem escritores profissionais, mas ensinamos a todos a escrever porque é uma maneira de comunicar com os outros, de organizar os seus pensamentos e expressar as suas ideias. As razões para aprender a codificar são as mesmas para aprender a escrever. Quando aprendemos a escrever, estamos a aprender a organizar, expressar e compartilhar ideias; quando aprendemos a codificar, estamos a aprender a como organizar, expressar e compartilhar ideias de novas maneiras, através de um novo meio.

- EDUTOPIA: Como é isso no sistema escolar? A codificação fica ao lado da matemática e da leitura? Está integrado de alguma forma?

*Falo sobre a nossa abordagem em termos dessas quatro palavras que começam com a letra p²¹: **projetos, paixão, pares e brincar**. Então, essa é a abordagem que eu tomaria com a codificação, mas também com qualquer outra aprendizagem: fazer com que os alunos trabalhem em projetos, com base em sua paixão, em colaboração com colegas, em um espírito lúdico. E cada um desses p's é importante. Acho que o trabalho em projetos dá uma compreensão do processo criativo, como começar apenas com a ideia de uma ideia e depois construir um protótipo, compartilhá-lo com as pessoas, experimentá-lo e continuar a modificá-lo e melhorá-lo.*

Sabemos que as crianças trabalharão por mais tempo e farão conexões mais profundas com o conteúdo quando estiverem apaixonadas pelas ideias – quando se importam – e quando estão aprendendo e sendo inspiradas por colegas. E gostaria que as crianças experimentassem a codificação da mesma maneira.

²¹ *Projects, Passion, Peers, and Play*, os quatro princípios que o autor preconiza para a aprendizagem criativa e para a aprendizagem ao “estilo do jardim de infância” – *Lifelong Kindergarten*.

Os professores também são consultores e não se trata apenas de consultoria em habilidades técnicas, mas também de coisas como continuar a trabalhar em algo mesmo quando você está frustrado ou sugerir estratégias para trabalhar com diversos grupos de pessoas. Finalmente, o professor pode ser um colaborador, trabalhando em conjunto com crianças em projetos – porque as crianças também devem ver os professores como aprendizes.

- EDUTOPIA: Parece um sistema mais democrático e aberto, o que parece implicar a quebra de muitas barreiras?

Acho que derrubar barreiras é uma boa maneira de pensar sobre isso. Quando penso sobre o tipo de coisas que posso mudar nas escolas – e sei que nada disso é fácil – muito disso é sobre derrubar barreiras. Quebrar as barreiras entre os períodos de aula, porque os pedaços de 50 minutos são muito constrangedores se você quiser trabalhar em projetos. Derrube as barreiras entre as disciplinas, porque projetos significativos quase sempre cortam as disciplinas. Quebrar as barreiras entre as idades e ter filhos mais velhos trabalhando com crianças mais jovens – ambos os grupos se beneficiam.

- EDUTOPIA: Uma pergunta justa – e uma crítica comum – é: como você descobre se as crianças estão aprendendo alguma coisa? Como você avalia isso?

Eu adotaria uma abordagem de portfólio, olhando o que as crianças criam. Isso é o que fazemos em nossa comunidade on-line do Scratch. Você pode ver que uma criança criou várias dezenas de projetos digitais, e você pode examinar seus projetos e ver sua progressão. Por exemplo, você pode ver a adoção gradual de novas estratégias – novos tipos de arte, mas também estruturas de programação novas e aprimoradas.

Eu reconheço que é difícil chegar a medidas quantitativas, mas também acho que cada um de nós não precisa necessariamente. Às vezes, faço a analogia com a maneira como fui avaliado aqui no MIT. Na verdade, não há medidas quantitativas no processo. Basicamente, eles olham para o meu portfólio: eles veem o que eu criei, eles olham para a trajetória e o progresso ao longo do tempo e perguntam a opinião das outras pessoas sobre isso. Às vezes você ouvirá: “Bem, isso não é sério, precisamos de medidas quantitativas para ser sério”. Eles estão alegando que o MIT não é sério? Eu entendo as críticas de que é ineficiente, mas acho que essas são as coisas com as quais precisamos

*lidar. Mais uma vez, é uma grande mudança e não estou dizendo que é fácil, mas acho que precisamos seguir nessa direção.*²²

A visão e a experiência deste autor parecem evidenciar-se substancialmente ao longo desta interessante entrevista. Dada a relevância do seu pensamento e da sua ação, voltaremos a ele em outro momento.

3.5. Aprender programação com objetos tangíveis

A investigação tem mostrado que os objetos tangíveis podem tornar algumas noções mais compreensíveis como consequência da manipulação concreta de objetos, tornando o ambiente de programação mais sedutor e simplificando a sua aprendizagem (Carbajal e Baranauskas, 2015).

Sob a designação de objetos tangíveis programáveis podemos incluir os objetos físicos programáveis e identificáveis no espaço tridimensional, tais como drones, robôs, componentes de robótica, *smartphones* e *tablets*. A linguagem usada na programação de objetos tangíveis é análoga a outra qualquer linguagem de programação; a grande diferença reside na maneira como observamos o resultado do programa – com os objetos tangíveis, os objetos “ganham vida” e fazem realmente o que o programador projetou.

A utilização de recursos tecnológicos com fins pedagógicos, tendo por objeto o pensamento computacional em instituições de ensino, tem despertado um crescente interesse na procura de ferramentas que apoiem o processo de ensino/aprendizagem. Esse facto originou um vasto campo multidisciplinar na área da computação, convergindo na pesquisa e no desenvolvimento de tais ferramentas – uma dessas áreas é a robótica educativa.

Nesta esteira, surgem os drones, equipamentos robóticos atualmente com uma divulgação negativa ligada ao uso militar e também a casos de invasão de privacidade (Yepes e Barone, 2018). Assim, a utilização de drones como ferramenta de cariz pedagógico é uma área ainda pouco explorada. Os jovens acompanham o desenvolvimento da tecnologia dos drones com bastante entusiasmo, simultaneamente com a evolução nas demais áreas da robótica e da inteligência artificial. O facto de ter acesso a um equipamento desses em

²² Fonte: <https://www.edutopia.org/article/future-coding-schools>.

contexto de aula, por si só, já tende a tornar a experiência de aprendizagem muito mais agradável, o que facilitaria prender a atenção desse público tão dinâmico e de fácil dispersão, características comuns dos nativos digitais.

A tecnologia dos drones oferece uma vasta gama de possibilidades em educação para orientar ambientes investigativos centrados nos estudantes, através dos quais eles desenvolvem a sua compreensão científica e social combinando conhecimento científico com raciocínio e agilidade de pensamento (Sattar, Tamatea e Nawaz, 2017). Neste âmbito, os drones têm um tremendo potencial para ajudar os estudantes a aprender os conceitos de ciência, tecnologia, engenharia e matemática de uma forma interativa e, simultaneamente, com alguns momentos de diversão.

Através de estudos realizados na *School of Education, Charles Darwin University, Australia*, os autores concluem:

Students can be the creator of the technology by applying concepts of engineering and can create their own drones. Students can target some real-world problems and can alter or modify the existing drone model. This exercise can enhance their critical thinking and inspire them to generate solutions for real world problems. Programming and coding are other areas where students can learn how to write a program and control a drone. Programming concepts like sequencing, repetition, events, conditional logic, problem-solving, and debugging can be applied. (Sattar *et al.*, 2017, p. 1626)

Atualmente, existem linguagens de programação visuais baseadas em blocos lógicos muito intuitivos para programar drones, além de bibliotecas para diversas linguagens como *Java*, *Python* e *C*, o que possibilita a sua utilização quer por crianças e adolescentes com pouco ou nenhum contacto prévio com os conceitos básicos de programação, até estudantes de cursos técnicos ou universitários. Deste modo, torna-se possível o desenvolvimento de atividades diretamente ligadas à área da programação, mas também a sua utilização como instrumento para desenvolvimento de projetos em áreas STEM (acrónimo do Inglês *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), tirando vantagem dos recursos tecnológicos que geralmente acompanham este equipamento aéreo robótico programável: um conjunto de sensores básicos (câmara, acelerómetro, barómetro, giroscópio, entre outros), a possibilidade de comunicação via rádiocontrole, via computador (*notebook* ou *desktop*) ou via dispositivo móvel (*smartphone*).

Além das particularidades e das possibilidades de se trabalhar no ambiente escolar com uma plataforma de robótica educativa com drones, estes preservam os atributos básicos já validados na robótica educativa (Khine, 2017; Benitti, 2012), apoiando a aprendizagem

significativa e o desenvolvimento do “saber” e do “saber fazer”, mediante obtenção de competências e aptidões para o trabalho em equipa, a colaboração, a liderança, o planeamento, a resolução de problemas, a resolução de conflitos, a análise crítica e a autonomia (entre outras).

Os drones podem ser utilizados em diferentes ambientes e a sua introdução na educação oferece muitos benefícios, entre os quais Sattar *et al.* (2017) destacam:

- Desenvolvimento de uma compreensão profunda (os drones podem ser usados para representar o mesmo problema em diferentes contextos, admitindo que os estudantes possam ver os diferentes aspetos de um problema);
- Motivação e envolvimento através da prática (os drones têm o potencial de ativar a motivação e envolver os alunos);
- Conhecimento técnico e aptidão (o uso de drones na educação pode aprimorar o conhecimento técnico e as habilidades de resolução de problemas do aluno, tornando-o competente para lidar com os futuros requisitos técnicos e profissionais);
- Pensamento crítico (os drones oferecem a possibilidade de projetar as tarefas de forma inovadora, através das quais os estudantes podem ser incitados a desenvolver habilidades ligadas à resolução de problemas, à análise, à criatividade e ao pensamento crítico).

Os drones oferecem uma série de possibilidades para construir um ambiente centrado na pesquisa e no próprio estudante. Este fortalece ativamente a sua perceção da ciência, harmonizando o conhecimento científico, o raciocínio e as habilidades críticas. Nesta conjuntura, os drones têm um extraordinário potencial para apoiar os estudantes a aprender conceitos de áreas STEM de uma forma interativa e divertida. Além disso, técnicas e competências relacionadas ao cinema e à fotografia podem ser trabalhadas com recurso aos drones. Os estudantes também podem ser motivados com um problema de auxílio ao bem-estar humano, à gestão ambiental ou à gestão económica e social (*Idem*).

A título meramente exemplificativo, e segundo informação pública da empresa que o comercializa²³, o minidrone Parrot Mambo (figura 11) é um drone leve, robusto e fácil de pilotar, mesmo para utilizadores inexperientes.

²³ Informação disponibilizada no site da empresa, <https://www.parrot.com/pt/en/drones/>.



Figura 11 - Minidrone Parrot Mambo

Este drone dispõe de sensores de alta precisão, de atuadores como o lançador de bolas de plástico e de uma garra, o que abre muitas possibilidades de projetos em robótica educativa. O Tynker é uma plataforma gráfica de programação criativa, baseada em blocos lógicos visuais, que se pode utilizar para este minidrone (figura 12). A plataforma oferece duas interfaces diferentes, uma para o estudante, que permite codificar programas e ter acesso às lições e questionários, e outra para o professor, que permite acompanhar o desempenho dos estudantes.

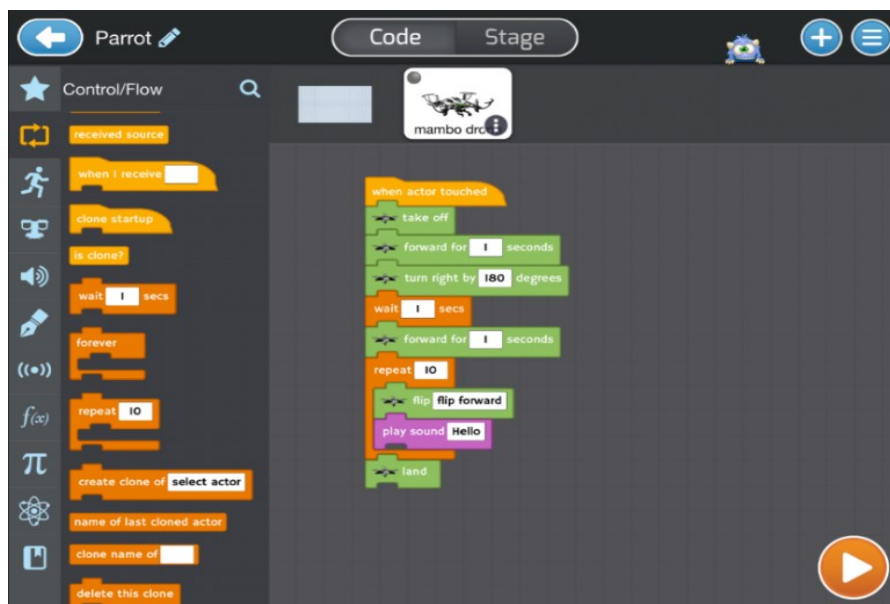


Figura 12 - Interface do Tynker (Fonte: <https://edu.parrot.com/apps.html>)

Relativamente a uma plataforma convencional para robótica educativa, equipada com robôs terrestres com motores, controladores e rodas, uma plataforma para a utilização de drones abre a possibilidade de resolver problemas na tridimensionalidade do espaço, possibilitando literalmente que o estudante dê asas à sua imaginação.

Assim, abre-se um leque de possibilidades que vão desde o ensino de conceitos fundamentais de matemática, mecânica e eletrônica, até avançados conceitos de robótica,

física e programação, entre tantos outros que podem ser direta ou indiretamente vinculados ao uso de drones como ferramentas de cunho pedagógico, tanto em áreas STEM quanto em outras áreas. (...) Pelas suas características, o uso de ferramentas vinculadas à computação e robótica educativas, tendem a despertar o interesse de crianças e adolescentes para prosseguir seus estudos em áreas vinculadas à tecnologia, como cursos de física, matemática, engenharias e computação, áreas com carência de formação profissional para atender a crescente demanda. (Yepes e Barone, 2018, p. 9)

Referindo-se à situação no Brasil, os autores constatarem existir maior empenho comercial no desenvolvimento de sistemas e de equipamentos que vinculem drones à educação do que iniciativas em termos de investigação e de levantamentos científicos que recomendem metodologias e validem este tipo de equipamentos e suas respectivas possibilidades no campo educativo. Mais rápida, a indústria já detetou esse nicho de mercado e apresenta propostas, quase todas bastante interessantes e a custos cada vez mais acessíveis. Não se encontrou nenhuma referência a experiências pedagogicamente interessantes com equipamentos deste género no nosso país; mais adiante, veremos brevemente uma experiência desenvolvida pelo SPAR em 2019.

Matos e Barata (2019), num artigo em que se debruçam sobre esta questão, concluem que a primeira vantagem de aprender a programar recorrendo a objetos tangíveis é a novidade destas ferramentas, que facilmente captam o interesse dos estudantes. Como consequência, potencia-se um ambiente de reflexão e fomenta-se o interesse dos estudantes pela prática da programação, levando a novos processos de aprendizagem.

A programação apoia-se, regra geral, na aplicação de conceitos abstratos com linguagens e ambientes de programação cada vez mais complexos. Este facto pode dificultar o raciocínio lógico, mas resolver as tarefas descritas em cenários, utilizando este tipo de ferramentas, possibilita construir conhecimento com ligação a situações reais. Neste contexto, os erros podem ser imediatamente detetados, estimulando o espírito crítico dos estudantes e a motivação para a resolução dos problemas.

As aptidões de esforço e de perseverança são desenvolvidas com este tipo de atividade, já que os estudantes persistem até conseguir atingir o objetivo definido. Baseando-se em observações recentes, os autores sublinham também a particular importância do envolvimento em trabalho colaborativo.

A programação tem um *valor intrínseco*, é uma atividade envolvente e potenciadora das capacidades intelectuais; desenvolve o sentido lógico e o sentido de responsabilidade. Estes valores aplicam-se tanto a adultos como a crianças, com vantagem para estas, dada

a sua apetência para os meios que lhes permitem dominar o mundo (real ou virtual) no qual se movem. “Basear o desempenho intelectual em algo pessoalmente significativo é sempre vantajoso, mesmo para os adultos, e uma das grandes vantagens de se trabalhar com computadores reside nas possibilidades existentes de se fazer exatamente isso.” (Papert, 1997, p. 150). Para as crianças, os computadores são objetos familiares que utilizam com desinibição; a programação, fatigante para a maioria dos adultos, é um desafio que enfrentam com a curiosidade e energia com que se entregam a um novo brinquedo; “... as crianças querem aprender a programar porque procuram obter o domínio das coisas.” (*Ibid.*, p. 35).

Numa perspetiva construcionista, o processo de aprendizagem ocorre por meio da execução de uma ação concreta originando um produto concreto. Foi neste âmbito que, na década de 1980, Papert criou a tartaruga de solo, um robô programado pela linguagem *Logo*, também criada por ele de forma acessível às crianças. Através do uso do computador, o robô era capaz de desenhar diferentes figuras geométricas.

Papert e a sua equipa de investigadores do MIT procuraram criar uma plataforma de *software* de apoio às práticas construcionistas. A ideia central era a criação de um ambiente de trabalho com o computador que funcionasse como uma ferramenta de construção de conhecimento. Foi assim que, em 1967, foi concebida a primeira versão de uma linguagem de programação – o *Logo* – com características muito particulares e que comprovou ser extremamente proveitosa para proporcionar às crianças um primeiro contacto com as noções básicas das áreas da matemática e das ciências físicas, através de uma conceção que se afasta radicalmente do paradigma instrucionista:

Convém relembrar que a importância do Logo radica no facto de não ser apenas uma ferramenta informática, uma mera linguagem de programação, mas todo um projeto pedagógico de utilização de computadores na educação, segundo uma perspetiva que nada tinha que ver com a perspetiva do EAC [Ensino Assistido por Computador]. De facto, enquanto o EAC fornecia, ou um substituto para o professor, ou algo que potenciava a sua capacidade de ensinar, a perspetiva de Papert apontava para a criação de uma ferramenta que, entregue aos aprendizes, potenciava as suas possibilidades de aprender, e de aprender para além do currículo (Sousa e Fino, 2001, p. 389).

Esta não é apenas mais uma linguagem de programação, mas antes uma inovação revolucionária na forma de encarar as tecnologias:

É todo um projeto pedagógico de utilização de computadores na educação (...) O que Papert implicitamente propunha com o Logo e seu enquadramento conceptual era uma mudança de paradigma educacional, do paradigma instrucionista, velho de quase dois

séculos, para um novo paradigma construcionista, como meio de responder ao desafio colocado à escola por uma sociedade em profunda e acelerada mudança, notoriamente incapaz de “preparar para o futuro”, mas talvez ainda com alguma capacidade para formar pessoas peritas em aprender e em mudar (*Ibidem*, p. 377).

O que esta linguagem de programação traz de diferente não tem a ver com aspetos do paradigma de programação ou com a eficiência do ponto de vista computacional; o seu carácter inovador advém da sua conceção do ponto de vista pedagógico. O *Logo* apoia-se na ideia de que o aprendiz deve ter autonomia para construir o seu conhecimento, utilizando as suas próprias aptidões cognitivas, deve ter espaço para reconhecer os seus erros e poder corrigi-los. Segundo os autores, a linguagem *Logo* sugere uma maneira original de utilização dos computadores e da programação num projeto educativo cujas fronteiras geralmente não se circunscrevem aos limites curriculares.

Com esta linguagem de programação, concebida para ser facilmente assimilável por não especialistas, foi possível as crianças “ensinarem” o computador para que ele executasse uma determinada tarefa visível no espaço. Numa perspetiva pedagógica, o computador, programado pelas crianças, opera como um facilitador da aprendizagem que ajuda a construção de conhecimentos e apoia a revisão de conceitos que não foram, por alguma razão, bem compreendidos anteriormente, proporcionando ao aprendiz a oportunidade de aprender fazendo (Papert, 1991).

Numa visão construcionista, não é o computador que controla o aprendiz, é o aprendiz que tem o poder de comandar o computador:

The child programs the computer. And in teaching the computer how to think, children embark on an exploration about how they themselves think. The experience can be heady: Thinking about thinking turns the child into an epistemologist, an experience not even shared by most adults (Papert, 1980, p. 19).

Valorizam-se as estruturas cognitivas e desenvolvem-se condições para que a aprendizagem ocorra por via de debates, de ações e de interações com o objeto em estudo, além de revalorizar o potencial do erro, já que “(...) the presence of computers (...) alters the nature of the learning process; for example, if it shifts the balance between transfer of knowledge to students and the production of knowledge by students” (Papert, 1991, p. 14).

Segundo Valente (1993) a utilização da linguagem *Logo* recupera a aprendizagem construtivista e pode dar origem a mudanças sérias nas práticas pedagógicas. A mais importante talvez seja a que põe o destaque na aprendizagem em vez da transmissão de

informação, na construção de conhecimento em vez da instrução. Ora, o Logo tem como porta de entrada o desenvolvimento de atividades espaciais, possibilitando um contacto muito próximo do aprendente com o computador; esta simplicidade contribui para que seja compreensível aos mais diferentes segmentos etários, produzindo vínculos entre o abstrato e o concreto, entre o informal e o formal.

Para o matemático e pedagogo, também um dos fundadores do Laboratório de Inteligência Artificial do Massachusetts Institute of Technology, o computador é capaz de modificar a forma de aprender das crianças, considerando que ela se dá por meio da criação, reflexão e depuração das ideias. Essa visão tem influenciado diversas escolas no mundo inteiro e tem estimulado a adoção de metodologias que desenvolvem este processo de aprendizagem, como é o caso da robótica, quer encarada como meio de ensino, quer como objeto de aprendizagem.

Para além do desenvolvimento da *fluência computacional*, Papert (1997, p. 251) antevê o germinar de inúmeros papéis para os brinquedos digitais: “Talvez o proprietário do brinquedo o possa programar, ou fazer algo de mais parecido com «treiná-lo» ou mesmo «educá-lo», ou é possível que esse desenvolvimento possa ocorrer de modo mais autónomo.” Com os avanços da *robótica do lazer* e da *inteligência artificial*, torna-se possível o *robô-brinquedo* – possível companheiro/mediador da criança.

Referindo-se a um projeto educacional em que pessoas de diferentes áreas do saber possam realizar algo de concreto *interagindo horizontalmente*, o autor referiu que “o projecto de robótica é um exemplo simples do que chamo de efeitos de segunda ordem ou efeitos sistémicos da presença do computador” (Papert, 1993, p. 62).

Mais recentemente, um professor e investigador da Universidade do Minho com notável presença científica no desenvolvimento de projetos avançados de robótica referiu que a tecnologia de ponta sempre aliciou os mais jovens, quer pela sua curiosidade, quer pela vontade de desenvolvimento (Ribeiro, 2007); autor de inúmeros artigos científicos, situa as vantagens dos projetos de robótica ao nível da motivação dos alunos, das competências adquiridas em diferentes áreas científicas e tecnológicas e do seu carácter lúdico: “The other reason for practising Robotics, and possibly the strongest one, is enjoyment!” (Ribeiro, 2000, p. 1).

3.6. Artefactos tecnológicos e contextos construcionistas

É por isso que se mandam as crianças à escola: não tanto para que aprendam alguma coisa, mas para que se habituem a estar calmas e sentadas e a cumprir escrupulosamente o que se lhes ordena, de modo que depois não pensem mesmo que têm de pôr em prática as suas ideias.

Immanuel Kant

Segundo Vosniadou (2001), emergem nas escolas novas formas de aprender, em que o foco se desvia do professor em direção ao conhecimento centrado em situações do mundo real, na prática da resolução de problemas do quotidiano, em vez da memorização. Nestas condições, para aprender, os alunos devem focar-se em objetivos, observar, memorizar, compreender, estabelecer metas e responsabilizar-se pela sua própria aprendizagem.

Os professores têm pela frente o desafio de conceber ambientes de aprendizagem desafiadores para os estudantes, que os incitem à exploração e à compreensão de novo conhecimento, não sendo somente ouvintes passivos por longos períodos de tempo. Os estudantes aprendem ao realizar tarefas práticas e ao debater as suas ideias em atividades colaborativas, interagindo com os seus pares, manifestando os seus pontos de vista e avaliando os argumentos dos outros. O autor sublinha que a aprendizagem ocorre mais facilmente num ambiente colaborativo, onde o professor deve conceber espaços de trabalho em equipas e recursos partilhados e, ainda, que os estudantes aprendem melhor se a construção de novo conhecimento se apoiar em contextos autênticos.

A aprendizagem é fortemente influenciada pela motivação do estudante; um estudante motivado evidencia paixão por alcançar os objetivos e está disposto a trabalhar esforçadamente, com determinação e perseverança. Assim, há um forte acréscimo tanto da qualidade como da quantidade do que é aprendido.

Sendo praticamente unânime entre pais e professores que a função da escola deve ser preparar todos os jovens para os reptos do século, torna-se difícil ajuizar e implementar atividades com princípios e estratégias que despertam aptidões como criatividade, pensamento transdisciplinar, cooperação, entre outras.

De facto, em muitas comunidades educacionais, o quadro atual de aprendizagem é baseado na metáfora da aquisição: os alunos devem adquirir conhecimento e habilidades e mostrar que cumprem metas específicas. Os exames finais que a escola tradicionalmente pratica são um sinal claro que alerta permanentemente os professores e os alunos para a

necessidade de se concentrar em respostas rápidas, soluções padronizadas e pensamento não divergente. (Diesel e Matos, 2019, p. 376).

Pedro e Matos (2015) salientam a carência de inovação pedagógica e de mudança dos paradigmas pedagógicos através da inclusão de novos equipamentos tecnológicos, destacando o seu papel no apoio a métodos mais ricos e justos de ensino e de aprendizagem que se fortalecem nos meios escolares. Enfatizam, especialmente, a aprendizagem enquanto prática social e a organização do espaço das salas de aula como um habitat de comunidades de aprendizagem.

Para Pedro (2017), os fatores ambientais intrometem-se fortemente na aprendizagem dos estudantes. Aspectos como a comodidade física, a iluminação, a cor ou a ergonomia, são condições que favorecem experiências educativas agradáveis, apoiados no bem-estar e dispostos para a ação. Os alunos devem sentir-se confortáveis no ambiente onde ocorre o processo de aprendizagem; por essa razão, o elemento espaço deve ser tomado como fator essencial para o desenvolvimento de pedagogias inovadoras, centradas no aprendiz, com o uso de metodologias ativas de aprendizagem, ou seja, com distintas dinâmicas de interação entre os atores envolvidos: professor-aluno, aluno-aluno.

Essas relações mútuas proporcionam e apoiam o acesso a diferentes aptidões aos alunos, designadas por *21st Century Skills*. Os ambientes de aprendizagem inovadores podem muito bem perturbar a disposição habitual das salas de aula delineadas para métodos transmissivos apoiando, desta forma, a aplicação de metodologias ativas de aprendizagem que auxiliam a aprendizagem colaborativa e alargam a utilização de variados meios tecnológicos.

Para Moreschi (2002, p. 73), um ambiente de aprendizagem estimulante e enriquecedor pela utilização dos meios informáticos poderá “*abrir* os sentidos do aluno para novas descobertas e maneiras de construir o seu conhecimento”. Para Pasqualotti (2008, p. 34), esse *ambiente interactivo* deve ultrapassar a barreira tecnicista e permitir a “*integração* do objecto de estudo à realidade do sujeito, isto é, às suas condições cognitivas, psicológicas e emocionais, desafiando-o na busca de novas possibilidades de interacção e imergindo em situações que propiciem o seu desenvolvimento” bem como a criatividade que, na opinião de Brito (2009, p. 211), “*não acontece espontaneamente, mas demonstra-se no decorrer das interacções do sujeito com o meio, e nos efeitos que estas interacções têm sobre o próprio sujeito e grupos sociais dos quais faz parte.*”

Por outro lado, Ghiggi e Pitano (2009, p. 65) referem uma “proposta pedagógica em favor da *liberdade*, tão querida de Paulo Freire, contrária ao constructo autoritário da pedagogia tradicional”, enquanto Neto (2007, p. 110) salienta que “a competência do professor vai deslocar-se para incentivar a busca do aprender e do pensar com *autonomia*”.

A construção do conhecimento resulta de uma aprendizagem situada com um contexto singular, onde, em cooperação, e pelo diálogo, os aprendentes produzem e ensaiam as suas construções, numa negociação social do conhecimento, (Papert, 1991).

Como vimos, o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) sugere a existência de uma “janela de aprendizagem” em cada momento do desenvolvimento cognitivo dos alunos, tão específica quanto a natureza de cada um deles. A função do professor é exercida quando atua na ZDP, (Vygotsky, 1984). O seu papel deve ser o de assegurar a qualidade dos ambientes educativos, fornecendo **nutrientes cognitivos**, a partir dos quais as crianças constroem a aprendizagem, (Papert, 1985).

As situações em que os estudantes se “ensinam” num ambiente natural de aprendizagem, são favoráveis ao desenvolvimento, através da modificação da regulação exterior, decorrente das interações externas em processos de autorregulação, isto é, de conhecimentos interiorizados.

De acordo com Brazão (2008), é frequente as escolas desvalorizarem muitos dos aspetos vivenciais, bem como se verifica uma completa ausência de alusões ao contexto histórico, cultural e social, levando a que as aprendizagens sejam descontextualizadas das práticas reais, dilatando, assim, o fosso entre o mundo escolar e o mundo laboral.

Os métodos preconizados são também tributários de outros aspetos do legado de Piaget: a *aprendizagem pela descoberta* e o *aprender a aprender*, uma reflexão sobre o processo de aprendizagem. Papert (1993) incita a imaginação a inventar alternativas recordando uma noção de Piaget – entender é inventar. “Ele estava pensando nas crianças. O princípio, porém, aplica-se a todos nós” (p. 33). Neste processo, é necessária uma *tolerância exigente*: deixar claro que a proposta de cortar com a aula e o currículo tradicionais não significa diminuir a responsabilidade do professor e deixar o aprendente fazer o que quiser. De acordo com Piaget (1970, p.75), os métodos ativos não levam a um individualismo anárquico, mas a uma educação da *autodisciplina* e do *esforço voluntário* onde a ação social do professor deve conciliar a cooperação entre as crianças com o respeito do adulto e reduzir “a pressão deste último para transformá-la em cooperação

superior.” (*Ibid.* p. 184). Desejável será a promoção da ideia de *professor reflexivo* e *aprendiz reflexivo*, proposta que enraíza no pensamento de J. Dewey que, há mais de cem anos, preconizava um estilo de aprendizagem escolar mais dirigido pelo próprio aprendente e uma aprendizagem que realmente fizesse parte da sua experiência de vida.

Papert (1993) apontou a sinergia potencial de duas tendências: a *tecnológica*, que abre oportunidades sem precedentes para a ação, a fim de melhorar a qualidade do ambiente de aprendizagem (no trabalho, na escola e no lazer) e a *epistemológica*, revolução nas concepções sobre o conhecimento. Procurando maneiras de aprender pelas quais as crianças assumissem o papel de *criadores de conhecimento* em vez de meros consumidores, dá pistas sobre o seu objetivo: “A grande contribuição das novas tecnologias para o enriquecimento da aprendizagem é a criação de *medias* de uso individual capazes de dar suporte a um amplo espectro de estilos intelectuais.” (p. 14). Consciente da necessidade de novas formas de aprendizagem, encara o obstáculo criado pelas teorias dominantes, modelo de “Catedral Gótica”, que foram responsáveis pelo desgaste das características *subversivas* dos computadores às mãos dos professores visionários da década de 80, ao torná-lo numa nova matéria: “O que começara como um instrumento subversivo de mudança foi neutralizado pelo sistema, convertido em instrumento de consolidação.” (pp. 34, 51). Observando as manifestações deste “caso de amor” das crianças com os computadores, e da facilidade natural para dominar essa máquina, o autor coloca a questão essencial: “De que modo o relacionamento entre crianças e computadores afecta a aprendizagem?” (p.15).

Segundo Fino (2007b), os computadores podem apoiar a criação de novos ambientes de aprendizagem, dentro e fora das salas de aula, sempre que estejam:

- Ao serviço do aprendente e possam criar contextos novos de aprendizagem;
- Libertem os alunos da excessiva visão *taylorista* da escola, dando mais flexibilidade e transdisciplinaridade na abordagem dos assuntos;
- Nas mãos do aprendente, anulem quaisquer tentativas de massificação e permitam percursos mais autónomos;
- Permitam o acesso direto a fontes de informação que a escola não possui, retirando o protagonismo desta enquanto local de detenção de conhecimento;
- Permitam o acesso à pluralidade cultural do mundo, a partir do indivíduo.

As capacidades deste sofisticado instrumento tecnológico que é o computador devem-se à enorme capacidade de armazenamento de informação, às extraordinárias potência e

velocidade de cálculo que lhe conferem uma precisão e atenção ao detalhe impossíveis de alcançar pelo ser humano, e à versatilidade e sofisticação do *software* que atualmente é possível desenvolver. Por outro lado, são de ordem diversa as vantagens dos seres humanos, que ganham em inteligência, em imaginação, em criatividade e em intuição. Será com o efeito sinérgico obtido pela aliança entre estas distintas aptidões que a humanidade poderá conquistar os maiores benefícios de cada uma delas.

As inovações tecnológicas, com os computadores em primeiro plano, constituem-se como forças operando no sentido da mudança na economia, na sociedade, na escola e no próprio Homem. No que à escola diz respeito, com as TIC toma-se “consciência da inadequação cada vez maior dos saberes fragmentados e compartimentados das diferentes disciplinas, face a realidades multidimensionais, globais e transnacionais, dos nossos dias” (Sousa, 2007a, p. 26) e um professor que aposte na tecnologia para proporcionar ambientes de aprendizagem mais ricos terá que investir fortemente na *fluência tecnológica* e na *fluência pedagógica* (Silva, Gomes e Silva, 2007). Tendo em conta o carácter multifacetado da *inteligência*, incluindo *habilidades analíticas, criativas e práticas*, aqueles ambientes devem cativar sobretudo os menos estimulados pela escola tradicional, conciliando atividades nas diferentes áreas: “Creative students may not benefit particularly well from instruction as it is given in the schools because it typically emphasizes memory and analytical rather than creative abilities.” (Sternberg e O’Hara, 2000, p. 616).

3.6.1. Micromundos, LOGO e Scratch

Papert apostou na criação de *micromundos*, contextos onde o *software* cria nichos limitados de realidade com regras muito próprias; nestes micromundos virtuais atrativos, exigindo o desenvolvimento de habilidades específicas, a criança assume o comando e investe voluntariamente todos os recursos para construir a aprendizagem, sem os constrangimentos do *real*.

Um dos maiores legados de Papert (1985), com *Logo: Computadores e Educação*, é, muito provavelmente, o conceito de *micromundos* enquanto incubadores de conhecimento. Este conceito baseia-se na convicção do autor de que

...a aprendizagem de física consiste em colocar o conhecimento de física em contato com o conhecimento pessoal bastante diversificado. E para que isso aconteça, devemos permitir que o aprendiz construa e trabalhe com sistemas transitórios que os físicos talvez se recusem a reconhecer como física. (pp. 150-151).

Os *micromundos* podem ser, então, entendidos como “sistemas transitórios”. O autor desenvolve uma série de critérios para a criação de *micromundos*: o primeiro deles é que o projeto a desenvolver deve ser simples e alcançável; deve oferecer a “possibilidade de desenvolver jogos atividades, artes, *etc.*, que torne relevante o trabalho nos micromundos” (p. 155). Desta forma, os *micromundos* devem ser delineados de tal forma que “todos os conceitos necessários possam ser definidos dentro da experiência desse mundo” (*Idem*).

Outro propósito de um *micromundo* é ajudar os estudantes a fortalecer “uma sensibilidade do por que o mundo funciona como tal” e não para “estabelecer uma dada verdade” como seria o objetivo da pedagogia tradicional (p. 158). Papert sublinha que “aprendemos a formular e a usar teorias apenas porque nos foi permitido sustentar opiniões “desviantes” ... por muitos anos.” (p. 162). Nos *micromundos*, ao invés do que acontece na escola, as teorias erradas são consentidas.

Ao longo da vida, as pessoas aprendem muitas coisas nos estabelecimentos de ensino através da experiência quotidiana e também da convivência com os outros. Cada pessoa detém, portanto, um misto de conhecimento acumulado que apenas é utilizado quando necessário. A escola mais conservadora tende a passar ao lado de tal conhecimento, mas poderia muito bem criar ambientes onde os aprendentes pudessem pôr em prática muitos desses saberes que atualmente não são valorizados.

Papert (1980) sublinha que ao longo da vida há que definir e redefinir os nossos papéis na sociedade e que as pessoas bem-sucedidas descobriram meios de orientar as suas vidas desenvolvendo um sentimento próprio de identidade intelectual. Defende ainda que a melhor aprendizagem sucede quando o aprendente assume o comando, concluindo que as escolas deveriam ser locais para aprender, mas onde coexistisse uma cultura de responsabilidade pessoal.

A aprendizagem nos *micromundos* é, igualmente, dirigida para os produtos, de tal forma que as crianças possam aprender novos conceitos “como um meio para realizar um objetivo criativo e de sua própria escolha” (p. 163). Correia (2011) refere que o mais importante, talvez seja o facto de os aprendentes serem capazes de fazer *bricolagem*, ou de fazer ajustes, e tornar-se *bricoleurs*, ou *faz-tudo*, quando a aprendizagem acontece num *micromundo*.

Mais tarde, num tempo em que os computadores já eram relativamente comuns nas escolas, Papert (1993) concebeu a ideia de uma máquina de conhecimento que iria ampliar aceleradamente a gama de experiências das crianças, oferecendo-lhes a possibilidade de partilhar conhecimento, permitindo-lhes desenvolverem-se com a oportunidade de explorar as selvas, as cidades, os oceanos, os mitos antigos e o espaço. Este conhecimento proporcionado pelos computadores pode oferecer às crianças:

...a transition between preschool learning and true literacy in a way that is more personal, more negotiational, more gradual, and so less precarious than the abrupt transition we now ask children to make as they move from learning through direct experience to using the printed word as the source of important information. (Papert, 1993, p. 12)

A curiosidade natural das crianças e o seu desembaraço com os computadores permitem-lhes fazer coisas novas que vão abrindo portas para a realização de outras. Os micromundos oferecem a oportunidade de aprender e utilizar conceitos de *modos não-formalizados de conhecer*, o que “encoraja em vez de inibir a criança a eventualmente adotar um modo também formalizado (...) Eles devem ser valorizados em si mesmos e ser genuinamente úteis para o aprendente em si e por si.” (*Ibidem*, p. 32).

Mitchel Resnick, Professor Associado do *LEGO Papert Learning Research* e diretor do *Epistemology and Learning Group* do MIT, é um cientista profundamente influenciado por Papert, seu professor e diretor de doutoramento, que tem focado as suas investigações no papel da tecnologia e dos media no pensamento e na aprendizagem. Um dos seus objetivos tem sido desenvolver novas ferramentas computacionais e novos brinquedos que possam ajudar as pessoas, particularmente as crianças, a aprender novos assuntos de novas maneiras. Este investigador foi um dos responsáveis pela implementação de um protótipo *LogoBlocks*, uma interface gráfica para facilitar a vida aos utilizadores da linguagem de programação Logo; foi este protótipo que a LEGO veio a adotar no desenvolvimento do código do novo produto, o *Mindstorms RCX*. Toda a sua ação é sustentada pelo princípio de que a aprendizagem é um processo ativo em que as pessoas constroem ativamente o conhecimento a partir das suas experiências situadas no mundo concreto.

Durante uma sessão de homenagem a Seymour Papert realizada pela *American Educational Research Association Annual Meeting*, em 2008, Mitchel Resnick recorda a sua teoria do construcionismo e como ela o tem guiado nos seus esforços para

proporcionar às crianças oportunidades para aprender através da concepção, da criação e da invenção:

I thought about Seymour's and Sherry's ideas of Epistemological Pluralism, and how these ideas had guided my efforts to develop technologies that have not only a low floor (easy to get started with) and a high ceiling (opportunities for increasingly complex explorations over time), but also what I have come to call "wide walls" – that is, technologies that are accessible and inviting to children with all different learning styles and ways of knowing.

I thought about Seymour's discussion of Hard Fun, and how his ideas had guided my efforts to develop technologies and activities that are playful but at the same time engage learners in serious and sustained and challenging explorations.

These are important ideas. Seymour would call them "powerful" ideas. (Resnick, 2008, p. 1)

Lembra ainda um dos propósitos da vida de Papert, o de ajudar os outros a perseguir os seus sonhos, bem como a energia que dedicou a oferecer essas mesmas oportunidades aos outros, para que pudessem encontrar e seguir as suas paixões, desenvolver e fazer ouvir as suas vozes.

I have set the same goals in my own work. In everything I do, whether it's creating new robotics kits like Crickets, or new software like Scratch, or new educational settings like Computer Clubhouses, I am guided by Seymour's vision, to provide opportunities for all children – from all backgrounds, from all walks of life – to find and follow their passions, to explore and experiment with new ideas, to develop and deliver their voices. It is not easy to realize this vision, to achieve these goals, but they are worthy goals, goals that make my work meaningful. (...)

I am still in love with Seymour's ideas, and I will be happy and proud to spend the rest of my life trying to make Seymour's visions into a reality. (*Idem*)

O investigador preocupou-se também em não descurar o carácter eminentemente social da aprendizagem; tal como Papert (1980), Resnick (2019) defende que a construção de conhecimento ocorre através da interação do indivíduo com o meio circundante, daí a extrema importância que podem assumir os pares mais aptos neste processo:

People get the wrong idea when they look at Rodin's famous sculpture The Thinker. Most creative learning doesn't happen when individuals sit by themselves, in deep contemplation. Creative learning is a social activity, with people sharing ideas, collaborating on projects, and building on one another's work. (Resnick, 2019, p. 17)

Citando uma frase de Jean Piaget "play is the work of childhood", o autor refere uma das questões que se coloca durante o trabalho de seu grupo de pesquisa, à medida que desenvolve novas tecnologias, novas atividades e novos ambientes de aprendizagem para

crianças: Como oferecer às crianças oportunidades de trabalhar em projetos, alicerçados nas suas paixões, em colaboração com os seus pares, num espírito lúdico?

I like to think of play not as an activity, but as an attitude, a way of engaging with the world. When children are playful, they are constantly experimenting, trying new things, taking risks, testing the boundaries – and learning in the process. (*Idem*)

Resnick e Siegel (2015) referem serem fortes defensores da ideia de ver crianças a aprender a codificar, mas têm sérias preocupações com as motivações e métodos subjacentes a muitas iniciativas de aprender a codificar. Efetivamente parecem apenas motivadas pela falta de programadores e desenvolvedores de *software* na indústria, concentrando-se especialmente na preparação de estudantes para cursos e carreiras em ciências da computação, introduzindo geralmente a codificação como uma série de quebra-cabeças lógicos para os alunos resolverem.

Referindo-se concretamente à iniciativa global *Hour of Code*, os autores mencionam ter criado a *Scratch Foundation*, em 2013, para apoiar e promover uma bem diferente abordagem à codificação:

For us, coding is not a set of technical skills but a new type of literacy and personal expression, valuable for everyone, much like learning to write. We see coding as a new way for people to organize, express, and share their ideas. (Resnick e Siegel, 2015, p. 1)

Esta abordagem à codificação é incorporada no *software* de programação *Scratch*, desenvolvido no *MIT Media Lab* e disponível gratuitamente *on-line*. Com o *Scratch*, os aprendentes juntam blocos de programação gráfica para criar histórias e jogos interativos com personagens animadas. Eles podem partilhar os seus projetos na comunidade *on-line* do *Scratch*, onde outros podem testá-los, dar sugestões e até mesmo rever e desenvolver os projetos com as suas próprias ideias.

Os autores sublinham que este paradigma de programação permite aos principiantes alcançar mais do que meras habilidades de codificação:

Young people use Scratch in many different settings: homes, schools, libraries, community centers. As they create and share projects in Scratch, they are learning more than coding skills. They are learning to think creatively, reason systematically, and work collaboratively – essential skills for everyone in today’s society. (*Idem*)

O *Scratch* é semelhante a outras abordagens de codificação, na medida em que requer um raciocínio lógico e sistemático. Para criar os seus projetos, os aprendentes precisam de aprender uma variedade de estratégias de solução de problemas, como dividir problemas

complexos em partes mais simples e rever continuamente os seus projetos quando eles não funcionam conforme o esperado. Onde o *Scratch* é diferente da maioria das abordagens de codificação é no facto de dar prioridade a que as crianças aprendam a expressar-se de maneira criativa e a partilhar as suas criações com outras pessoas.

Most learn-to-code initiatives do not support this type of creative expression. In many introductory coding activities, students are asked to program the movements of a virtual character navigating through a set of obstacles toward a goal. This approach can help students learn some basic coding concepts, but it doesn't allow them to express themselves creatively – or develop a long-term engagement with coding. It's like offering a writing class that teaches only grammar and punctuation without providing students a chance to write their own stories. With Scratch, our goal is for young people to become *fluent* with coding – not only learning the mechanics and concepts of coding, but also developing their own voice and their ability to express their ideas. (*Ibidem*, p. 3)

A tónica na “fluência” encontra eco na alusão ao pensamento de Paulo Freire:

As young people express themselves with Scratch, they begin to think of themselves differently, just as they do when they learn to write. The Brazilian educator Paulo Freire recognized that writing is more than just a practical skill. He led literacy campaigns in poor communities not simply to help people get jobs, but to help people learn that, in his words, “they can make and remake themselves.” (*Idem*)

Se a codificação vier a fazer a diferença na vida das crianças, é importante ir além da visão tradicional de codificação simplesmente como uma habilidade técnica ou apenas como um canal para conseguir um emprego técnico. Segundo os autores, educadores, pais e responsáveis políticos devem pensar cuidadosamente sobre os seus objetivos e estratégias para introduzir a codificação entre os mais jovens.

Com base nas pesquisas do *MIT Media Lab*, sugerem quatro princípios orientadores (já aludidos anteriormente) sobre como introduzir a codificação:

1. Projects: Provide children with opportunities to work on meaningful projects (not just puzzle-solving activities) so they experience the process of turning an initial idea into a creation that can be shared with others.
2. Peers: Encourage collaboration and sharing, and help children learn to build on the work of others. Coding shouldn't be a solitary activity.
3. Passion: Allow children to work on projects connected to their interests. They'll work longer and harder – and learn more in the process.
4. Play: Encourage children to experiment playfully – try new things, take risks, test the boundaries, learn from failures. (*Idem*)

Ao manter esses *quatro P* em mente, os educadores e outras pessoas podem garantir que a codificação atinja todo o seu potencial como uma nova forma de alfabetização e

expressão pessoal – não apenas mais um modismo educacional. Como se verá, estes princípios dos *quatro P* inspiram mais do que a filosofia do *Scratch*.

Questionando-se sobre os desafios para os tempos vindouros, Resnick (2019) interroga-se sobre qual será a chave para o sucesso no futuro – para indivíduos, para empresas, para comunidades, para nações como um todo – e acredita que se irá basear na capacidade de pensar e agir de forma criativa.

Tentando imaginar uma maneira de as pessoas de todas as idades continuarem a desenvolver-se como pensadores criativos, o seu grupo de pesquisa no *MIT Media Lab* adotou aqueles mesmos quatro princípios orientadores para apoiar a aprendizagem ao “estilo de *kindergarten*”²⁴, a que chamaram princípios dos ***quatro P da aprendizagem criativa***:

- *Projects* – Quando as crianças trabalham em projetos, elas aprendem novas aptidões e ideias num contexto significativo e motivador. Eles não aprendem apenas factos desligados e conceitos, mas também maneiras de utilizar o conhecimento.
- *Passion* – Quando as crianças trabalham em coisas que acham importantes, elas estão dispostas a trabalhar mais tempo e mais arduamente, e a persistir perante as dificuldades. Muitos adultos pensam que as crianças querem que as coisas sejam fáceis, mas não é assim. As crianças estão dispostas a trabalhar duro – a maioria das vezes, ansiosas por trabalhar duro – contanto que estejam a trabalhar em coisas que realmente lhes interessam.
- *Peers* – Destaca o papel dos pares e o facto de a aprendizagem criativa ser uma atividade eminentemente social.
- *Play* – Quando as crianças estão a brincar, eles estão constantemente experimentando, tentando coisas novas, assumindo riscos, testando os limites e aprendendo durante o processo.

O autor exemplifica a utilização desta ideia relativamente ao trabalho da sua equipa no desenvolvimento da linguagem *Scratch*:

²⁴ Referência a um estilo de aprendizagem que o inspirou para escrever a obra *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play* (2018).

For example, these Four P's of Creative Learning guided our design of Scratch (scratch.mit.edu), which has become the world's most popular coding community for children. Unlike most coding sites, Scratch isn't organized around puzzles or problems for children to solve, but rather around tools to help children create their own projects. Since different children have different passions, we made sure that children can use Scratch to create a wide range of different types of projects: stories, games, animations, simulations, and more.

We integrated the Scratch programming language with an online community, so that children can share their projects with one another – getting feedback, suggestions, encouragement, and inspiration from their peers. And Scratch encourages a playful approach to coding, making it easy for children to tinker with their programs, experiment with new ideas, and remix other people's projects. (Resnick, 2019, p. 17)

Teve sucesso neste projeto e o autor assevera que a mesma estratégia é utilizada no seu próprio ambiente de aprendizagem, no MIT:

We also apply the Four P's to our own learning environment at the MIT Media Lab. We like to think of the Media Lab as a big kindergarten. Of course, the graduate students and researchers at the Media Lab use more advanced tools than in kindergarten – more laser cutters and microcontrollers than crayons and finger paint. But the style of work is the same. Media Lab students and researchers are constantly working on projects, based on their passions, in collaboration with peers, in a playful spirit. And we think that's why the Media Lab has become one of the world's most innovative research labs. (*Idem*)

Perante estas experiências de sucesso, é caso para colocarmos a seguinte questão: Os *quatro P's da aprendizagem criativa* funcionam no jardim de infância e funcionam no *MIT Media Lab*. Não devemos tentar aplicá-los em todo o sistema educativo?

Há mais de três décadas que Mitch Resnick investiga tecnologia educacional e modelos inovadores de aprendizagem. Atualmente professor do MIT Media Lab e cocriador da popular linguagem de programação *Scratch*, Resnick continua sendo um incansável defensor da educação centrada no aluno, dos ambientes de aprendizagem colaborativa e da ideia de que codificar é uma forma de alfabetização.

O seu novo livro, *Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play*, é um olhar para o nosso atual momento educacional. “Aproximadamente dois terços dos alunos do ensino fundamental terminarão fazendo trabalhos que ainda não foram inventados”, afirma Resnick, insinuando os mundos emergentes de inteligência artificial, carros autónomos e casas “inteligentes”. Como podemos preparar os alunos de hoje para enfrentar esse desafio?

Neste livro de 2017, o autor explica como as lições do jardim de infância podem ajudar todos a desenvolver as habilidades de pensamento criativo necessárias para prosperar na sociedade atual.

Segundo o investigador, nos jardins de infância de hoje em dia, as crianças passam mais tempo com folhas de cálculo matemático e *flashcards* de fonética do que com blocos de construção ou pintura com os dedos. O jardim de infância está a ficar mais parecido com o resto da escola. Em *Lifelong Kindergarten*, o especialista em aprendizagem Mitchel Resnick defende exatamente o oposto: o resto da escola (até o resto da vida) deve ser mais parecido com o jardim de infância. Para prosperar no mundo de hoje em rápida mudança, pessoas de todas as idades devem aprender a pensar e a agir criativamente – e a melhor maneira de fazer isso é concentrando-se mais em imaginar, criar, brincar, interagir e refletir como as crianças nos tradicionais jardins de infância.

Com base em experiências de mais de trinta anos no Laboratório de Media do MIT, Resnick discute novas tecnologias e estratégias para envolver os jovens em experiências de aprendizagem criativa. Ele descreve como as crianças programam os seus próprios jogos, histórias e invenções (por exemplo, um sistema de segurança diário, criado por uma menina de 12 anos) e colaboram em projetos de remixagem, *crowdsourcing*²⁵ e grupos de larga escala (como um jogo com tema de *Halloween* chamado *Night at Dreary Castle*, produzido por mais de vinte jovens espalhados pelo mundo). Ao proporcionar aos jovens oportunidades de trabalhar em projetos apaixonantes em colaboração com os colegas, imbuídos do mesmo espírito lúdico, o autor defende que podemos ajudá-los a preparar-se para um mundo onde o pensamento criativo é mais importante do que nunca.

3.6.2. A brincadeira de Anne Frank

No seu livro *Lifelong Kindergarten*, o autor descreve como a história de Anne Frank lhe forneceu, inesperadamente, novos *insights* sobre a natureza de brincar e da brincadeira.

Na década de 1990, a conferência anual *Doors of Perception* reunia investigadores, designers e tecnólogos de todo o mundo para discutir as implicações da Internet e de outras tecnologias emergentes. A conferência realizava-se em Amsterdão e concentrava-

²⁵ Projeto de colaboração coletiva envolvendo contribuições de um grande grupo de pessoas, especialmente, de uma comunidade *online*.

se num tema diferente em cada ano. Em 1998, o tema foi “Brincar” e o autor foi convidado a fazer uma apresentação sobre o seu trabalho.

A conferência apresentou os mais recentes jogos de computador, brinquedos eletrônicos e sistemas de realidade virtual. Os participantes da conferência reuniram-se em torno de uma demonstração interativa apresentando a popular personagem do videogame Lara Croft. A apresentação de Resnick versou o trabalho do seu grupo no *LEGO Mindstorms* e em outros *kits* de construção eletrônica, e o autor argumentou que “brincar” com a tecnologia deveria envolver não apenas interagir com ela, mas projetar, criar, experimentar e explorar com ela.

Depois da apresentação, Resnick decidiu fazer uma pausa na conferência e visitar a *Casa de Anne Frank*, onde a adolescente e a sua família se haviam escondido num anexo isolado da casa para escapar à perseguição nazi aos judeus, durante a Segunda Guerra Mundial.

Resnick tinha sido convidado para a sessão de encerramento, para refletir sobre o que se havia aprendido durante a conferência e, com surpresa, verificou que a visita à *Casa de Anne Frank* foi totalmente relevante para o tema da conferência, já que sentiu ter aprendido mais sobre a verdadeira natureza de brincar na *Casa de Anne Frank* do que na conferência.

Anne ficou escondida durante dois anos, de meados de 1942 a meados de 1944, dos treze aos quinze anos, sem oportunidades de sair e brincar. No seu diário, Anne descreve-se como “desesperadamente infeliz” e escreve que “quase nos esquecemos de como rir”. Ela sabia que muitos dos seus amigos e parentes poderiam estar aprisionados em campos de concentração ou já não estar entre os vivos. Anne conta que tomou medicação para combater a ansiedade e a depressão, mas que isso não a impedia de se sentir ainda mais miserável no dia seguinte.

Apesar de tudo isso, o espírito brincalhão de Anne brilha no seu diário. Em determinado momento, Anne queria tentar o balé, mas não tinha sapatos apropriados, então transformou os seus sapatos de ginástica em sapatilhas de balé. Para o dia de São Nicolau, ela escreveu um poema cheio de piadas e escondeu presentes nos sapatos dos outros membros da família. A mente de Anne estava plena de imaginação. *Eu não acho que construir castelos de areia no ar seja uma coisa tão terrível de se fazer*, escreveu ela no seu diário.

Apesar de viver num espaço acanhado e cercado de tristeza e escassez, Anne estava constantemente experimentando, assumindo riscos, tentando coisas novas, testando os limites. Na opinião de Resnick, esses são os ingredientes essenciais para brincar; brincar não requer espaços abertos nem brinquedos caros – requer uma combinação de curiosidade, imaginação e experimentação.

Resnick refere “brincar” como o mais incompreendido dos quatro P's da aprendizagem criativa (Projects, Passion, Peers, Play), já que as pessoas geralmente associam brincadeira com risadas e diversão. Contudo, a criatividade não vem do riso e da diversão: vem de experimentar, de correr riscos e de testar os limites ou, nas palavras de Anne Frank, ser um criador de travessuras.

Ao longo da história, filósofos e psicólogos reconheceram o valor e a importância de brincar:

You can learn more about a person in an hour of play than in a year of conversation. (Platão)

We don't stop playing because we grow old; we grow old because we stop playing. (George Bernard Shaw)

In play, it is as though the child were trying to jump above the head of his normal behavior. (Lev Vygotsky)

Play is the work of the child. (Jean Piaget)

Through play, more than any other activity, children achieve mastery of the external world. (Bruno Bettelheim)

Toys and games are the preludes to serious ideas. (Charles Eames)

Resnick admite ter sido particularmente inspirado por John Dewey, que mudou o foco de brincar (a atividade) para a brincadeira (a atitude), explicando que a brincadeira é uma consideração mais importante do que brincar – brincadeira é uma atitude mental, brincar é uma manifestação externa dessa atitude. Durante a visita do autor à *Casa de Anne Frank*, foi a brincadeira de Anne (não as atividades particulares) que lhe causou a maior impressão; ao pensar em Anne Frank, certamente não pensou em diversão e jogos, mas na sua maneira divertida de se envolver com o mundo.

E foi a pensar na brincadeira de Anne Frank que voltou à conferência *Doors of Perception*, mergulhando em novos *videogames* e brinquedos eletrônicos. Quando chegou a hora do painel final da conferência, Resnick não falou sobre essas tecnologias

inovadoras. Em vez disso, explicou como aprendeu mais sobre a essência de brincar e da brincadeira de Anne Frank do que de qualquer uma das novas tecnologias da conferência.

3.6.3. Lifelong Kindergarten

O grupo de investigadores e estudantes do MIT, *Lifelong Kindergarten*, desenvolveu novas tecnologias e atividades que, no espírito dos blocos e da pintura com os dedos tão comuns nos tradicionais jardins de infância, envolvem as pessoas em experiências criativas de aprendizagem. Tal como é anunciado no site oficial²⁶, o objetivo final deste projeto é “to foster a world full of playfully creative people, who are constantly inventing new possibilities for themselves and their communities”, ou seja, salvo melhor tradução, promover um mundo cheio de pessoas divertidas e criativas, que estão constantemente inventando novas possibilidades para si mesmas e para as suas comunidades.

Um dos mais ativos membros deste grupo de investigação é precisamente o seu diretor, Mitchel Resnick, que apoia muitos projetos nos Estados Unidos da América (EUA) e em outras partes do mundo. Apenas a título ilustrativo, apresenta-se um dos principais apoios internacionais deste grupo no ano de 2019, o *Desafio Aprendizagem Criativa Brasil*:

Este projeto visa fomentar a implementação de soluções inovadoras que ajudem a tornar a educação brasileira mais criativa, prazerosa, relevante, colaborativa e inclusiva para crianças e jovens de todo o país.

Organizado pela Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa, e contando com o apoio da Fundação Lemann e do MIT Media Lab, o *Desafio* também tem como objetivo identificar, associar e apoiar indivíduos brasileiros – artistas, investigadores, educadores, desenvolvedores de tecnologia, empreendedores e decisores – que possam ter um papel-chave no avanço de práticas de aprendizagem criativa em escolas públicas (do Ensino Fundamental ao Ensino Médio) e ambientes de aprendizagem não formais de todo o Brasil.

Na sua quarta edição, o *Desafio Aprendizagem Criativa Brasil* (DAC) recebeu 326 propostas de todos os cantos do Brasil; das 326 propostas recebidas, 51 passaram para a

²⁶ <https://www.media.mit.edu/groups/lifelong-kindergarten/overview/>.

fase final, e apenas 7 foram selecionadas para ganhar uma *Creative Learning Fellowship* para ajudar a implementar o seu trabalho.

Eis uma descrição sucinta de três dos projetos selecionados:

- ✚ *Aprender fazendo Programação e Robótica*, projeto coordenado pela Secretaria Municipal de Educação e pela Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte, *Prodabel*, para promoção do pensamento computacional no fazer pedagógico em escolas municipais de Belo Horizonte.

Envolve de forma colaborativa grupos heterogêneos de participantes (educadores, estudantes e seus familiares) por meio de metodologias ativas, lúdicas e interativas (gamificação, aprendizagem invertida, aprendizagem por pares, *design thinking*, *cultura maker*, prototipagem) na superação de desafios e construção de soluções a partir de problemas reais. Uma experiência de aprendizagem cooperativa, solidária e não hierarquizada que gera oportunidades para desenvolver tanto conhecimentos científicos e habilidades técnicas quanto atitudes socioemocionais relevantes.

- ✚ *Robótica com Sucata, promovendo a Sustentabilidade*, projeto estruturado para transformar a vida dos estudantes da periferia de São Paulo e traz ao palco a construção de protótipos reciclados do lixo retirado das ruas, como forma de mediar a construção de conhecimento de conteúdos curriculares e de robótica, trazendo a aprendizagem criativa para a sala de aula e atuando na transformação da vida de dois mil estudantes da rede pública que participam ou já participaram no projeto.

O trabalho é organizado para mobilizar uma prática pedagógica que incentive a aprendizagem do aluno pela sua criatividade e o estimule na experimentação de ideias e exploração de pesquisas para propor soluções locais à comunidade. Uma dessas soluções que se destaca é a reciclagem feita pela recolha de lixos que dão origem à construção de protótipos.

- ✚ *Clubes de Computação Criativa – Cultura, Arte, Tecnologia e Inovação*, que evoluem a partir das lições aprendidas no projeto Clubes de Computação que se tem desenvolvido desde 2015 na cidade de Pelotas, no estado de Rio Grande do Sul, por meio de uma iniciativa da Universidade Federal de Pelotas, Secretaria

Municipal de Educação e o Núcleo de Pelotas da Rede Brasileira de Aprendizagem Criativa.

Para este projeto, o foco está na incorporação de atividades “mão na massa” alinhadas com a BNCC (Base Nacional Comum Curricular) e currículo das escolas usando tecnologias de baixo custo em apoio às atividades. Neste projeto, utiliza-se como base pedagógica a aplicação de aprendizagem criativa, avaliando o seu impacto através de evidências geradas a partir de dados recolhidos no terreno e estimulando a partilha de práticas de sucesso nas escolas públicas de Pelotas.²⁷

²⁷ Fonte: <https://www.media.mit.edu/posts/resultado-do-desafio-aprendizagem-criativa-brasil-2019/>.

3.6.4. As *fab lab* e a terceira geração digital

A *Fab Foundation* tem como missão fornecer acesso às ferramentas, ao conhecimento e aos meios financeiros para educar, inovar e inventar, utilizando tecnologia e fabricação digital para permitir que qualquer pessoa possa fazer (quase) tudo²⁸. Esta fundação define *Fab Lab* como um laboratório de fabricação digital, um lugar para brincar, criar, aprender, orientar, inventar: um lugar para aprendizagem e inovação. Para tal, as *Fab Lab* oferecem acesso “to the environment, the skills, the materials and the advanced technology to allow anyone anywhere to make (almost) anything.”

A *Fab Lab* é um componente educacional do *Center for Bits and Atoms* (CBA) do MIT, uma extensão da sua investigação em fabricação e computação digital. A *Fab Lab* é uma plataforma de prototipagem técnica para inovação e invenção, fornecendo estímulo ao empreendedorismo local; uma *Fab Lab* é também uma plataforma para aprendizagem e inovação. *Ser um Fab Lab* significa conectar-se a uma comunidade global de estudantes, educadores, tecnólogos, investigadores, fabricantes e inovadores – uma rede de partilha de conhecimento que abrange cerca de cem países.

As *Fab Labs* estão estreitamente alinhadas com o CBA do MIT, onde pesquisas sobre ferramentas e *software* da próxima geração, bem como fluxos e processos de trabalho de fabricação, estão a pressionar as fronteiras entre o analógico e o digital. O CBA está a delinear um roteiro de pesquisa que atravessa a fronteira da fabricação digital neste percurso: de máquinas numa *Fab Lab* que fazem coisas, para máquinas que fazem partes de máquinas, para máquinas que se auto-replicam, para construir com materiais digitais, para materiais que são programáveis e que se podem transformar em partes. À medida que se avança nesse caminho de pesquisa, vai-se disseminando o conhecimento e as melhores práticas por toda a rede *Fab Lab*, tornando-o um laboratório de ponta para Investigação e Desenvolvimento.

No nosso país, a *Associação FabLabs Portugal* tem como missão reunir todos os Laboratórios de Fabricação Digital – *FabLabs* – que operam a nível nacional, viabilizando a construção de uma rede de partilha de conhecimento e projetos.²⁹

²⁸ Fonte: página Internet da Fundação – <https://fabfoundation.org/#page-top>.

²⁹ Fonte: página Internet da Associação: <http://www.fablabsportugal.pt/a-associacao/>.

No livro *Designing Reality*, três irmãos unem-se para abordar o tópico da fabricação digital. A sua principal premissa é que uma ampla transformação tecnológica e social está no horizonte, já que as simples impressoras tridimensionais (3D) de hoje abrem caminho para uma nova era de materiais projetados digitalmente e de redes de um novo tipo de fabricantes.

Os autores sustentam que a fabricação digital levará a uma terceira revolução digital, com consequências ainda mais radicais do que as duas revoluções digitais anteriores em comunicação e computação. No entanto, eles discordam sobre as implicações da próxima revolução: um irmão está otimista, antecipando um mundo em que as coisas são projetadas e montadas digitalmente em comunidades autossuficientes de partilha de conhecimento; os outros irmãos têm menos certezas – eles preocupam-se com as iniquidades económicas, danos ambientais e outros impactos sociais adversos que a fabricação digital pode originar.

O mais notável dos irmãos é Neil Gershenfeld, físico e cientista da computação que dirige o *Center for Bits and Atoms* do Massachusetts Institute of Technology (MIT). Neil foi pioneiro em abordagens inovadoras de pequena escala para manufatura personalizada e comunitária. Há duas décadas, ele estabeleceu um curso do MIT designado “How to Make (Almost) Anything” que levou ao surgimento de “fab labs” – oficinas comunitárias com uma variedade de ferramentas, incluindo cortadores a *laser*, fresadoras, *scanners*, impressoras 3D e computadores, onde as pessoas fazem as coisas por si mesmas, incluindo produtos ainda não imaginados pelos fabricantes estabelecidos.

Designing Reality is about taking care to follow the exponential trajectory of digital fabrication. It aims to help you use this knowledge to both prepare for and shape the third digital revolution. In small and possibly big ways, everyone has agency to contribute to this revolution. We do not need to wait a half century for future political, educational, and philanthropic leaders to realize that fab access and literacy is a necessity, not a luxury. We are still in the early stages of the third digital revolution. Research priorities are being formulated, core technologies are developing, and the organizations and institutions essential to universal fab access and literacy are emerging. (Gershenfeld, Gershenfeld, e Cutcher-Gershenfeld, 2017, p. 6)

Algumas estimativas projetam que até metade de todos os postos de trabalho poderia eventualmente ser automatizada por causa dos avanços na inteligência artificial, robótica e outras tecnologias que se aceleram rapidamente. Segundo os autores, a capacidade crescente de poder fazer o que se consome, a nível pessoal ou comunitário, oferecida pela

fabricação digital ajudará a enfrentar um dos maiores desafios emergentes das duas primeiras revoluções digitais – o número de empregos substituídos pela tecnologia.

These are big challenges, yet the increasing democratization of manufacturing could lead to a more appealing future where personal and community self-sufficiency is combined with global interdependence and knowledge sharing—grounded in capability rather than fear. It could help break down the false dichotomy of globalization and local self-sufficiency and help transcend political divides. (*Ibidem*, p. 8)

Ao explorar tecnologias exponenciais, podemos facilmente cair numa visão distópica do futuro, onde os seres humanos têm pouca participação, já que a tecnologia fica descontrolada e os robôs roubam todos os nossos empregos, ou embalar numa visão tecno-utópica do futuro, onde nos podemos sentar e a tecnologia resolverá todos os nossos problemas. Ambos os extremos são continuamente reforçados pelos *media* mais populares:

As we have seen with the first two digital revolutions, the reality is much more textured. The benefits and risks of accelerating technologies are very real, with deep impacts on many lives, but we have the agency, individually and collectively, to shape these impacts now.

We can all help bend the arc of the third digital revolution to create a more self-sufficient, interconnected, and sustainable society. Such a transition will not happen overnight. There will be continued employment for work that cannot be replaced, along with new jobs that leverage these digital fabrication technologies. As individuals and communities increasingly make what they consume, emerging models will challenge our conceptions of work—providing new options for balancing how we will live, learn, work, and play. (*Ibidem*, p. 9)

Segundo os autores, fazer esta combinação de arranjos sociais beneficiar todos não será tarefa fácil. No entanto, se observarmos um aumento exponencial na capacidade e no alcance das tecnologias de fabricação digital nas próximas décadas, podemos antever a visão de trabalhar e gastar menos, enquanto se cria e se conecta mais. Poderíamos desenvolver a visão de *Fab City* de uma sociedade generativa em vez de extrativa, reparadora em vez de destrutiva e empoderadora em vez de alienante.

Will we light the way or burn it down? We have the agency, individually and collectively, to tip this balance. As digital fabrication becomes increasingly democratized, we'll have the ability to leverage bits to manipulate atoms to improve lives. We will be able to design reality, both metaphorically and literally. (*Ibidem*, p. 15)

3.7. Ciberespaço, cibercultura e trabalho colaborativo

Segundo Lévy (2000), não se pode desvincular o humano do seu ambiente material, nem dos símbolos e imagens através dos quais ele confere sentido à vida e ao Universo. Da mesma forma, não se pode desvincular o mundo material – e menos ainda a sua componente artificial – das ideias pelas quais os objetos técnicos são desenvolvidos e usados, nem dos humanos que os inventam, os produzem e se servem deles.

Mesmo supondo que existem efectivamente três entidades: técnica, cultura e sociedade, mais do que acentuar o impacto das tecnologias poderíamos do mesmo modo afirmar que as tecnologias são produtos de uma sociedade e de uma cultura. Mas a distinção nítida entre cultura (a dinâmica das representações), sociedade (as pessoas, as suas ligações as suas trocas, as suas relações de força) e a técnica (os artefactos eficazes) não pode ser senão conceptual. Não lhe corresponde nenhum protagonista, nenhuma «causa» verdadeiramente independente. (Lévy, 2000, p. 23)

Assim, as relações autênticas não se tecem entre a tecnologia, enquanto causa, e a cultura, que sofreria os seus efeitos, mas entre um grande número de protagonistas humanos que criam, produzem, usam e interpretam técnicas de forma distinta.

O que se nomeia imprecisamente sob a designação de «novas tecnologias» alude vagamente a uma atividade polimórfica que se cristaliza particularmente em torno de programas informáticos e de dispositivos de comunicação de dados.

É o processo social em toda a sua opacidade, é a actividade dos outros, que reaparece ao indivíduo sob a máscara estranha, desumana da técnica. Quando os «impactos» são negativos, convém incriminar de facto a organização do trabalho, ou as relações de dominação, ou ainda a complexidade indestrutível dos fenómenos sociais. Do mesmo modo, quando os «impactos» são considerados positivos, não é evidentemente a técnica que é responsável pelo sucesso, mas aqueles que a conceberam, puseram em prática e utilizaram certos instrumentos. Neste caso a qualidade do processo de apropriação (isto é a qualidade das relações humanas, afinal) é por vezes bem mais importante do que as particularidades sistemáticas dos utensílios, se é que os dois aspectos são separáveis. Em suma quanto mais rápida é a mudança tecnológica mais parece ela vir do exterior. (Lévy, 2000, p. 28-29)

Além disso, a sensação de estranheza cresce com a desvinculação das atividades e a opacidade dos processos sociais. Segundo o autor, é aqui que intervém o papel primordial da inteligência coletiva, que é um dos principais motores da cibercultura.

De facto a sinergia das competências, dos recursos e dos projectos, a constituição e manutenção dinâmica das memórias comuns, a activação dos modos de cooperação flexíveis e transversais, a distribuição coordenada dos centros de decisão opõem-se à separação estanque das actividades, às compartimentações, à opacidade da organização

social. Quanto mais se desenvolvem os processos de inteligência colectiva – o que supõem evidentemente o questionamento de numerosos poderes –, melhor os indivíduos e os grupos se apropriam das mudanças técnicas, menos efeitos de exclusão ou de destruição humana tem a aceleração do movimento técnico-social. (*Ibidem*, p. 29)

Ora o ciberespaço, sistema de comunicação interativo e comunitário, apresenta-se exatamente como uma das ferramentas privilegiadas da inteligência coletiva. Os exemplos são inúmeros e integram, por exemplo, sistemas de colaboração descentralizados de grandes empresas, fóruns de investigadores e estudantes que trocam ideias, artigos, imagens, experiências ou observações, bem como comunidades de interesse formadas em torno de uma tecnologia ou de um outro qualquer domínio.

Eis o ciberespaço, o pulular das suas comunidades, o emaranhado das suas obras, como se toda a memória dos homens se desdobrasse neste instante: um imenso acto de inteligência colectiva sincronizada, convergindo para o presente, relâmpago silencioso, divergente, explodindo como uma cabeleira de neurônios. (*Ibidem*, p. 276)

A *Internet* possibilita a criação de *comunidades virtuais de aprendizagem e de trabalho colaborativo*, potenciadoras de “uma construção que é individual, mas alcançada a partir do colectivo, das trocas, da vivência em comunidade.” (Carvalho, 2007, p. 9), onde “Collaboration is a social structure in which two or more people interact with each other and, in some circumstances, some types of interaction occur that have a positive effect.” (Dillenbourg, Baker, Blaye e O'Malley, 1996, p. 21) e em que “Além de se fomentar a aprendizagem individual dos seus membros, também tem lugar a aprendizagem colectiva através da interacção, da partilha e da colaboração dos seus membros.” (Miranda, Morais, Dias e Almeida, 2001, p. 587).

Os estudos de Vygotsky têm influenciado muitos *novos paradigmas locais* para a criação de ambientes de aprendizagem colaborativa. Também Papert (1993), que cunhou um termo para designar a *arte de aprender* – “matética”, não é indiferente aos ambientes colaborativos (ou *conectivos*) antevendo estratégias facilitadoras da aprendizagem melhorando a conectividade no ambiente onde ocorre “Procurem conexões! É um conselho matético sólido” (p. 105).

Parece não restarem dúvidas de que a geração mais jovem apresenta diferenças substantivas relativamente à que a precedeu. Sobre a natureza do que denominou de “Geração Net”, Brazão (2008) refere que se trata de indivíduos que possuem sumariamente as seguintes características:

Cresceram em ambientes saturados de tecnologia, lidando naturalmente com isso; mantêm-se sempre conectados pela internet e não se imaginam sem ela; são imediatos na procura de informação, e nas respostas, executam simultaneamente várias tarefas; cresceram com os jogos de jogos vídeo, aprendem bem por descoberta, com um estilo exploratório, usam a internet de modo criativo e significativo; são comunicadores e gravitam para atividades que promovem e reforçam a interação; exibem uma franqueza notável face à diversidade e à diferença; são emocionalmente abertos, compartilhando informação muito pessoal; desenvolvem mecanismos de inclusão; preferem trabalhar e aprender de forma alternada, ora de igual para igual, ora de perito para aprendiz; necessitam de parâmetros, regras, prioridades e procedimentos; são orientados para a descoberta indutiva fazendo observações, formulando hipóteses definindo novas regras; desejam a interatividade; são visuais e cinestésicos, lidam confortavelmente com ambientes mais ricos em imagem que com texto; não são só um fenômeno da idade mas de exposição à tecnologia; não equacionam a sua ação em termos de tecnologia, pensam em termos no que a atividade da tecnologia os habilita; aprendem pela prática e pela participação. Mostram também períodos de atenção mais curtos; desejam interatividade imediata a cada e em toda a ação; promovem a aprendizagem informal no tipo de interação, instrução de igual - para - igual, síntese e reflexão em situações informais. (Brazão, 2008, pp. 72-73)

PARTE II – ESTUDO EMPÍRICO

Capítulo 4 – METODOLOGIA

Capítulo 5 – CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO

Capítulo 6 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

Capítulo 4. METODOLOGIA

*As convicções são inimigas mais perigosas
da verdade do que as mentiras.*

Friedrich Nietzsche

Para levar a cabo a empresa a que me propus com esta investigação, selecionei uma abordagem qualitativa e adotei a metodologia etnográfica.

Ao longo deste capítulo, tentarei fundamentar as opções metodológicas adotadas no estudo e que orientarão todo o esforço investigativo.

4.1. Objeto e questões de partida deste estudo

Com este trabalho, pretendo estudar profundamente as práticas pedagógicas de um projeto de natureza voluntária e extracurricular de robótica da ESFF, o SPAR (Sala de Projetos de Automação e Robótica). Interessa-me caracterizar a cultura e a dinâmica deste ambiente de aprendizagem, bem como as relações que se estabelecem entre os membros do projeto e entre cada um deles e o seu coordenador.

Pretendo ainda tentar descortinar a forma como os participantes encaram os desafios que se lhes colocam e que processos de aprendizagem se forjam na sua superação. Tentarei saber se algo de relevante acompanhará os participantes para lá do tempo da experiência vivida no projeto.

4.2. Paradigma: um farol para a investigação em educação

Os paradigmas remetem, do ponto de vista epistemológico, para uma determinada visão do mundo e para a forma como os sujeitos se apropriam desse mundo. A investigação, como procedimento rigoroso e sistemático de analisar a realidade, impõe ao investigador um conhecimento tão aprofundado quanto possível dos métodos e técnicas que a permitam desenvolver. Só desta forma poderá dar contributos relevantes para o conhecimento dos processos que envolvem o ensino, a aprendizagem e a educação em geral.

Quando enceta a tarefa de investigar determinada problemática, o investigador terá que fazer algumas escolhas à partida. Uma opção crítica será a orientação metodológica que irá guiar todo o processo de descoberta. Dito de outra forma, que paradigma ou que paradigmas irão conduzir este processo? Que farol guiará a minha investigação?

Antes de iniciar uma investigação científica, torna-se necessário que o investigador se esforce por conhecer os diferentes paradigmas para, assim, poder fundamentar e tomar as decisões metodológicas que, de acordo com os objetivos e a natureza do estudo que se propõe levar a cabo, lhe permitam ter uma linha condutora, um farol que oriente todas as fases que o trabalho de investigação impõe.

Uma investigação empírica é uma investigação em que se fazem observações de factos experienciados, no seu sentido mais lato, para melhor compreender determinado fenómeno. Almeida e Pinto (1976) alertam-nos para os riscos do senso comum ao considerarem que o avanço do conhecimento implica desmontar as pressuposições espontâneas que tendem a impor-se como evidência na representação das relações imaginárias dos indivíduos com as suas condições reais de existência, demolindo as falsas transparências do senso comum mais ou menos elaborado que se autodenominam como conhecimentos.

O processo de investigar implica procurar, tornando-se necessário para o efeito definir um conjunto de procedimentos articulados entre si e obedecendo a um fio condutor para atingir os objetivos estabelecidos. Para tal, é imprescindível selecionar uma estratégia, ou seja, definir *como vou fazer* (Lousã, Santos e Cabral, 2018).

Um dos procedimentos associados à investigação é a recolha de dados; para a realizar de forma eficiente, será essencial ter em atenção aspetos como a maneira como se irão procurar os dados, a natureza desses dados e junto de quem se irão recolher esses dados, i.e., explicitar o público-alvo da investigação. Em função dos objetivos do trabalho, pode ser necessária uma investigação que recorra a uma metodologia qualitativa, ou a uma metodologia quantitativa, ou a ambas (*Idem*).

A epistemologia tem precisamente por objeto as condições e os critérios de cientificidade dos discursos científicos, enunciando e denunciando os obstáculos que tendem constantemente a reintroduzir o ideológico no científico; para o conseguir, localiza-se simultaneamente no interior e no exterior dos processos específicos da produção de

conhecimentos pela reflexão e pela mediação de todas as operações e etapas das práticas que se pretendem científicas e, em particular, sobre a metodologia.

Boudon e Lazarsfeld definem metodologia como “a arte de aprender a descobrir e analisar os pressupostos e processos lógicos implícitos da investigação, de forma a pô-los em evidência e a sistematizá-los” (1965, p. 4). A epistemologia respeita ao sujeito no seu esforço de conhecimento do objeto num movimento de vaivém entre o ‘Eu pensante’ e o pensamento socialmente organizado. Já a metodologia tem a ver com os meios a utilizar para alcançar determinado fim, visando o objeto pelos instrumentos particulares de cada disciplina.

Convém sublinhar que a noção de metodologia não deve ser confundida com as técnicas de inquérito e de análise de dados, designando, ao invés, a atividade crítica que se aplica aos diferentes produtos da investigação (Boudon e Bourricaud, 1994).

A metodologia, no sentido mais filosófico, refere-se à abordagem ou paradigma que se encontra subjacente à investigação e, necessariamente, terá forte impacto no tipo de conhecimento por ela produzido. Como referem Blaxter, Hughes e Tight (2006), a utilidade do termo paradigma é oferecer uma maneira de evidenciar um corpo de crenças e cosmovisões complexas.

O conceito de paradigma científico deve-se a Thomas Kuhn (1962) que o descreveu como sendo o conjunto de conquistas científicas, convicções, valores e técnicas partilhadas pelos membros de uma dada comunidade científica enquanto modelo para o ‘que’ e para o ‘como’ investigar num determinado contexto histórico/social.

A noção de paradigma de investigação implica um acordo quanto à natureza da investigação e à conceção do conhecimento, envolvendo o comprometimento implícito de uma comunidade de investigadores com determinado quadro teórico e metodológico como modelo da formulação dos problemas e da sua resolução. Além desta unificação de conceitos e de pontos de vista, bem como o sentido de pertença a uma comunidade no que respeita a questões teóricas e metodológicas, o paradigma tem ainda o papel de legitimação entre os investigadores.

Embora outros possam ser tomados em conta, é relativamente consensual reconhecer a existência de dois grandes paradigmas na investigação em Ciências Humanas e Sociais (CSH): o paradigma positivista ou quantitativo e o paradigma interpretativo ou qualitativo.

Também designado de quantitativo, empírico-analítico, racionalista ou empiricista, este paradigma vai buscar as suas origens ao positivismo de Auguste Comte bem como ao empirismo de Locke e Stuart Mill e procura adequar o modelo das Ciências Naturais à investigação em CSH, aplicando basicamente uma metodologia de natureza quantitativa.

O neopositivismo, ou positivismo lógico, sustentava que só o ‘método científico’ garantia a obtenção de conhecimento e insistia na neutralidade e objetividade do investigador. Para os defensores da epistemologia objetivista, a realidade é objetiva, interessando descobrir relações causa-efeito da mesma forma que no mundo físico.

Esta epistemologia conduziu a um paradigma da investigação que enfatiza o determinismo, a racionalidade, a impessoalidade, a previsão e uma estreita relação entre a validade dos resultados e a correta aplicação dos métodos. Foram essencialmente duas as razões que justificaram o forte impacto desta corrente na investigação em CSH:

- 1) A importância dada à produção de conhecimento assente na descoberta de factos e enunciação de teorias visando a generalização;
- 2) Para muitos sectores da comunidade científica a adoção da nomenclatura, metodologias e técnicas de medida e quantificação constituíam as únicas referências válidas para a investigação.

No entanto, muitos mostraram que quantificar, generalizar e prever os fenómenos sociais nunca foi conseguido por motivos que têm a ver com a própria natureza do ato social em geral e educativo em particular. De facto, um paradigma que concebe o mundo como sendo ordenado e sujeito a leis universais estava predestinado ao fracasso quando aplicado a uma realidade social que é aberta e indeterminada e onde a imprevisibilidade é característica intrínseca do comportamento humano.

Graças ao aperfeiçoamento dos seus suportes teóricos, que foram originando versões modificadas, este paradigma e a metodologia que lhe está ligada têm ainda um lugar de realce na investigação em CSH. Numa tentativa de reabilitação dos princípios tradicionais do positivismo lógico, o pós-positivismo, embora admitindo a existência de um mundo exterior que opera por leis causais, adota um realismo crítico aceitando a impossibilidade de aquisição de um conhecimento completamente objetivo face às variadas limitações humanas; assim, impõe ao investigador uma posição crítica perante os dados da observação. Este objetivismo modificado acolhe a interação entre investigador e objeto e a impossibilidade de investigar de uma forma neutra. Ao nível metodológico, esta nova

posição reflete-se no realce dado à multiplicidade de fontes enquanto condição para o confronto crítico capaz de garantir a maior objetividade possível aos resultados da investigação.

Também designado de qualitativo, hermenêutico, naturalista, ou, mais recentemente, construtivista, o paradigma interpretativo compreende uma abordagem que se identifica com a perspectiva fenomenológica visível nos trabalhos dos filósofos Edmund Husserl e Alfred Schutz, com o interacionismo simbólico de Herbert Mead e com a etnometodologia de Harold Garfinkel.

Este paradigma declara que existem múltiplas realidades sob a forma de construções mentais social e experiencialmente situadas; procura-se compreender o comportamento dos indivíduos através dos seus próprios quadros de referência e não relações entre factos e causas dos fenómenos.

Quando se pretende analisar a importância das experiências subjetivas dos indivíduos, está-se perante uma abordagem que Blaxter *et al.* (2006) denominam de naturalística/ideográfica, com enfoque na análise qualitativa e com ênfase mais no caso individual do que na procura de leis gerais. Num estudo qualitativo, a natureza da análise é predominantemente interpretativa.

Uma razão válida para a aplicação de métodos qualitativos é a natureza do problema em investigação que envolve conhecer pensamentos, expectativas, emoções e sentimentos, enfim, intrincados detalhes dificilmente obtidos através de outros métodos mais convencionais (Strauss e Corbin, 1998). Por outro lado, como é referido por Bardin (1977), a abordagem qualitativa corresponde a procedimentos mais intuitivos, mas também mais maleáveis e mais adaptáveis a índices não previstos ou à evolução das hipóteses operativas.

Creswell (2003) refere que, numa abordagem qualitativa, o investigador se baseia primeiro nas perspectivas construtivistas (i.e. múltiplos significados das experiências individuais, significados construídos histórica e socialmente, com o propósito de desenvolver uma teoria ou padrão) usando estratégias como o estudo de caso. O investigador recolhe dados abertos emergentes com o intento principal de desenvolver temas a partir dos dados. O autor acrescenta que a geração de significados é sempre um processo social e, por outro lado, uma investigação qualitativa é amplamente indutiva, com o investigador gerando significados a partir dos dados colhidos.

Para Almeida e Pinto (1976), o método de estudo de casos ou análise intensiva consiste no exame intensivo, tanto em amplitude como em profundidade, e empregando todas as técnicas disponíveis, de uma amostra particular, selecionada de acordo com determinado objetivo (ou, no máximo, de um certo número de unidades de amostragem), de um fenómeno social, “ordenando os dados resultantes de forma a preservar o carácter unitário da amostra, tudo isto com a finalidade última de obter uma ampla compreensão do fenómeno na sua totalidade” (*op. cit.* p. 87).

Os autores sublinham três aspetos:

- Intensidade – multiplicidade das facetas a explorar na análise da unidade de investigação e com a profundidade do estudo que implica as dimensões históricas dessa unidade;
- Flexibilidade – traduz-se numa seleção e utilização normalmente mais livres e amplas do que noutras técnicas disponíveis;
- Grande e heterogénea quantidade de material informativo recolhido por resultar de diversos níveis de análise e da utilização de diferentes técnicas. Em consequência, não são geralmente úteis os processos clássicos de tratamento (classificação e ordenação). A análise e relação dos dados tornam-se, assim, particularmente trabalhosas e exigentes para não se transformarem num impressionismo com larga margem de arbitrário. (*op. cit.* p. 87)

A pesquisa qualitativa dá profundidade aos dados, à dispersão, à riqueza interpretativa, à contextualização do ambiente, aos detalhes e às experiências únicas. O seu foco é a compreensão profunda dos problemas, é investigar o que está ‘por trás’ de certos comportamentos, atitudes ou convicções (Fernandes, 1991).

Esta abordagem das questões sociais em geral e educativas em particular procura inserir-se no mundo pessoal dos indivíduos para compreender os significados que constroem no seu mundo complexo; assim, as noções científicas de explicação, previsão e controlo inerentes ao paradigma positivista são substituídas pelas de compreensão, significado e ação, com vista à produção de conhecimento num processo circular, iterativo e em espiral, ao invés do processo linear e cumulativo tal como descrito na epistemologia positivista.

4.3. Metodologia etnográfica

Pese embora alguma indefinição epistemológica do estudo etnográfico, pode afirmar-se que se trata de uma metodologia em que as práticas de um pequeno grupo de pessoas são estudadas no seu contexto habitual recorrendo à aquisição não estruturada de dados, exclusiva ou quase exclusivamente de natureza qualitativa, e recorrendo a fontes variadas como a observação ou a conversação informal, visando obter uma descrição narrativa. Para a aquisição e análise dos dados, utilizam-se geralmente técnicas de observação, cujo objetivo é recolher os dados no meio natural em que ocorrem com a participação do investigador que é assim o ‘instrumento’ de recolha de dados por excelência.

A complexidade de um sistema tende a variar diretamente com a informação que a estrutura do sistema pode conter e, conseqüentemente, quanto mais informação é recebida por um sistema, maior é o grau de liberdade entre os seus elementos (subsistemas). Complexidade e conhecimento estão assim intimamente relacionados e, no caso da investigação etnográfica, opta-se pela complexidade. Tanto a recolha como a posterior análise de dados devem ser entendidas como dado complexo que, por sua vez, faz referência à articulação entre duas componentes: por um lado, as regularidades comuns do sistema, os períodos de equilíbrio; por outro, os processos singulares caóticos e de indeterminação, as etapas críticas disruptivas (Sabirón Sierra, 2006).

Quando se pensa na etnografia enquanto metodologia de investigação, convém ter em conta a posição de Spradley e McCurdy (1997) que a definem como “(...) the process of discovering and describing a particular culture” (p. 14), desta forma “The central aim of a ethnography is to understand another way of life from the native point of view” (p. 19). Para descobrir e descrever uma cultura particular, o etnógrafo terá que ter como objetivo primeiro a compreensão de uma outra forma de estar a partir do ponto de vista dos nativos dessa cultura; concludentemente, o etnógrafo necessita de permanecer longos períodos com o grupo que pretende estudar, pois só desta forma poderá compreender a sua cultura. Neste âmbito, “(...) a etnografia surge como uma forma diferente de investigação educacional, em franca oposição aos paradigmas positivistas provenientes da psicologia experimental e da sociologia quantitativa” (Sousa, 2007b, p. 4).

Se bem que a etnografia se tenha enraizado a partir de estudos de índole antropológica, tem vindo a ganhar importância crescente no campo educativo. Ao validar cientificamente a imersão do investigador nos espaços educativos, autoriza-o a observar,

analisar, interpretar e compreender os significados partilhados por um grupo educativo, podendo, a partir deles, construir uma reflexão crítica sobre o contexto investigado. Esta circunstância assume particular importância, porquanto

(...) a realidade educativa e social está em permanente evolução, torna-se extremamente difícil cortar a dinâmica dos fenómenos em fatias com fronteiras exactas dum determinado momento. Mais do que a investigação de causas simples, isto é, de variáveis isoladas, é preciso apanhar o processo na sua infinita complexidade (Sousa, 1997, p. 666).

Encetar uma investigação etnográfica implica descrever a cultura de um grupo para perceber a sua visão sobre o seu “mundo” (Spradley, 1979). Mais do que estudar as pessoas, o etnógrafo deve aprender com as pessoas.

O etnógrafo deve apontar o seu foco mais para o processo do que para um qualquer esforço de quantificação da investigação. A preferência pela seleção de uma abordagem qualitativa, implícita na investigação etnográfica, em muitos casos fica a dever-se à deceção provocada pelos resultados obtidos pelo emprego de métodos quantitativos à educação (Hammersley e Atkinson, 1983).

A través de la explicación estadística se encauzan estados de opinión y se construyen pseudo-realidades sociológicas. La explicación estadística triunfa porque coyunturalmente vincula los intereses simplistas del político – simple, ignorante y engreído en sí mismo – con el técnico – gestor no menos envalentonado que un escriba – elevado a investigador, experto en estudios meramente estadístico–descriptivos que garantizan, hoy por hoy, meritaje, impacto y publicación. Es la imagen de falsa explicación a través de gráficos y curvas en colores, con profusión de estadísticos que llegan a sobrecargar el intelecto del que – se supone y tan solo se supone – ha de interpretar los resultados, resultando tan solo un mero compilador de datos (Sabirón Sierra e Arraiz, 2005, p. 20).

Num tempo de muitas incertezas, impõe-se que as práticas educativas sejam estudadas em termos qualitativos, onde as pessoas e as relações que elas estabelecem com o meio envolvente afixam primado sobre quaisquer critérios quantitativos de presumível validação educacional. Sobre este assunto, Costa (2005) refere que

(...) continua a prevalecer o desenvolvimento de estudos, de tipo quantitativo, voltados para a descrição e compreensão “do que se faz”, insistindo em constatar que “o que se faz está mal”. Sem pretender minimizar a importância desses estudos, imprescindíveis certamente numa fase em que se conhece pouco do que acontece, e sabendo, também, que a comunidade científica responsável pela publicação de estudo (e aqui falo não só da realidade nacional mas internacional) ainda oferece alguma resistência a estudos de natureza qualitativa, pensamos que seria importante conduzir investigações que

procurassem casos de boas práticas, procurando compreender as dinâmicas envolvidas e, também promovendo a sua disseminação (p. 109).

Neste ponto da discussão, há que destacar a necessidade de aplicar às ciências da educação metodologias que possibilitem uma nova abordagem sobre questões autênticas dos processos de aprendizagem, evitando a tentação de nos escondermos atrás de números. Neste campo de ação, as metodologias qualitativas obtêm relevo, já que

(...) privilegiam a pertinência, a globalidade e o raciocínio teleológico. Elas fazem apelo à interpretação dos fenómenos, reconhecida a sua opacidade. Elas recorrem a processos de hermenêutica e de descoberta pois não partem de modelos já elaborados, mas de esboços de modelos, esboços de teorias que sofrerão necessariamente ajustamentos graduais, reformulações e re-criações progressivas, num processo dialético entre a teoria e prática. Elas aceitam a construção de instrumentos especificamente adaptados às finalidades a atingir. Elas dão lugar à comunicação e à compreensão entre o sujeito observado e o sujeito que observa, a partir de diálogos abertos, entrevistas e questionários flexíveis, sem uma ordem rígida a seguir (Sousa, 1997, pp. 668-669).

Pensar em etnografia é pensar numa metodologia qualitativa de investigação cujo foco é uma melhor compreensão das experiências e comportamentos humanos.

(...) better understand human behavior and experience. They seek to grasp the process by which people construct meaning and to describe what those meanings are. They use empirical observation because it is with concrete incidents of human behavior that investigators can think more clearly and deeply about the human condition (Bogdan e Biklen, 1994, p. 43).

Segundo Bogdan e Biklen (1994), a etnografia, enquanto metodologia de investigação qualitativa, apresenta cinco características distintivas:

1. É naturalista

As correntes naturalistas sugerem que para se estudar adequadamente uma sociedade, ela deverá ser investigada de forma "natural" e sem perturbações provocados por terceiros. Para tal é dada capital importância à imersão do investigador no terreno por longos períodos de tempo nos quais aprecia o contexto cultural.

Qualitative researchers go to the particular setting under study because they concerned with context. They feel that action can best be understood in the historical life of the institutions of which it occurs. These settings have to be understood in the historical life of the institutions of which they are part (Bogdan e Biklen, 1994, p. 4).

O processo de recolha de dados sucede de forma empírica durante um período de tempo continuado, possibilitando acompanhar as vivências diárias de um grupo social particular. Investigar utilizando uma metodologia etnográfica implica que investigador se alheie da

sua própria realidade cultural, para se focar na realidade que pretende investigar que é, concomitantemente, a sua nova realidade.

Esta dupla faceta do investigador etnográfico impõe-lhe um trabalho árduo, pois estando presente é mais um indivíduo do grupo, envolvendo-se nas suas atividades e, simultaneamente, abstraindo-se de si mesmo para se centrar no estudo interpretativo da realidade em que imerge.

2. Os dados são descritivos

A recolha de dados realiza-se para responder a questões como estas: Como é que? De que maneira? E não para confirmar ou infirmar uma qualquer hipótese pré-determinada. De acordo com esta visão, o processo interpretativo tem em atenção o ponto de vista dos sujeitos do grupo em estudo.

The data collected take the form of words or pictures rather than numbers. (...) The qualitative research approach demands that the world be examined with the assumption that nothing is trivial, that everything has the potential of being a clue that might unlock a more comprehensive understanding of what is being studied (Bogdan e Biklen, 1994, p. 5).

Investigar utilizando uma metodologia etnográfica implica um trabalho de campo que deverá permitir que se aprenda com as pessoas sobre a cultura que diariamente vivenciam. Por esta razão, é um trabalho imprevisível que poderá ter múltiplos desenvolvimentos. Todo este vasto trabalho deve levar a que o etnógrafo consiga recolher dados que lhe possibilitem concretizar uma análise reflexiva, coerente e metódica sobre a realidade que experienciou.

(...) refers to the rough materials researchers collect from the world they are studying, data are particulars that form the basis of analysis. Data include materials the people doing the study actively record, such as interview transcripts and participant observation fieldnotes. Data also include what others have created and the researcher finds, such as diaries, photographs, official documents, and newspaper articles (Bogdan e Biklen, 1994, p. 117).

Perante a enorme dispersão que os dados podem assumir, surgem frequentemente críticas sobre a sua validade e credibilidade. Há que compreender estas críticas, legítimas e pertinentes, e defender a etnografia sublinhando que é apenas aquela diversidade e subjetividade que consentem a compreensão da realidade sociocultural de determinado grupo e, por consequência, validar a etnografia enquanto metodologia adequada para estudos sociais e, em particular, para estudos de âmbito educativo.

Ethnography has sometimes been dismissed as quite inappropriate to social science, on the grounds that the data and findings it produces are "subjective", mere idiosyncratic impressions that cannot provide a solid foundation for rigorous scientific analysis. Others argue that only through ethnography can the meanings that give form and content to social processes be understood (Hammersley e Atkinson, 1983, p. 2).

3. Interesse no processo

A pesquisa qualitativa, ao possibilitar obter dados ricos em significado e recolhidos em contexto natural, permite compreender a cultura própria do contexto em estudo. Neste sentido, o foco dirige-se aos processos e não aos resultados, porquanto os significados que os indivíduos conferem a determinada ação ou ícone só podem ser compreendidos se os mesmos forem enquadrados no contexto em que surgiram. “Qualitative researchers are concerned with process rather than simply with outcomes or products” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 6).

Sob o ponto de vista metodológico, o foco dirigido ao processo tem consequências importantes no desenho da investigação que estará, continuamente, em reformulação “(...) research is awareness of the fact that such research cannot be programmed, that its practice is replete with the unexpected” (Hammersley e Atkinson, 1983, p. 28). A impossibilidade de preparar um desenho definitivo da investigação a realizar, ao invés de ser considerada como uma desvantagem, representa para o etnógrafo um benefício, já que “Estes cambios suelen deberse a intentos de corregir errores en los que reparan los autores en un momento dado” (Goetz e Lecompte, 1988, p. 83).

Esta contingência de ter que alterar o foco de análise revela-se uma oportunidade ímpar para investigar vias que, seguindo a via convencional, não seriam reconhecidas.

Um dos aspetos positivos da investigação qualitativa é a sua capacidade para identificar aspetos inesperados e esclarecer fenómenos estranhos. Em organizações que se orientam por imperativos burocráticos e que procuram a conformidade e o consenso a respeito das finalidades, o inesperado não é facilmente notado, e aquilo que é estranho é facilmente perseguido ou expurgado (Hargreaves, 1998, p. 205).

Em investigação etnográfica subsiste o interesse em descobrir e relatar, o mais fielmente possível, as variações que acontecem dentro da sociedade ou grupo em estudo, norteando-se constantemente pela busca de sentido desses mesmos episódios, para esse grupo. “É por isso que, contrariamente à investigação policial que visa recolher todas as informações possíveis, a investigação etnográfica dá lugar pleno ao sujeito numa atitude

de atenção flutuante, nunca neutra, sempre à espreita duma eventual produção de sentido” (Boumard, 1999, p. 3).

Assim, o trabalho de campo pressupõe mais do que a recolha de informação. É essencial associar esse trabalho a um sistemático processo reflexivo onde a informação recolhida é constantemente analisada e interpretada.

A investigação etnográfica, sendo reflexiva e interpretativa, adquire

(...) máxima relevancia en la toma de decisiones tanto desde la investigación, como en la evaluación (...): la primera, una toma de decisiones que, ante la posibilidad de avalarse en los datos e información obtenida del trabajo de campo resultaría altamente contextualizada y, en consecuencia, si se quiere incluso eficaz; la segunda, la larga duración del trabajo de campo, permite al investigador una visión holística y diacrónica de la situación, condiciones que mejorarían considerablemente la toma de decisiones en entornos geopolíticos democráticos y de derecho, rompiendo así con la falsa asociación que, finalmente, terminan realizando los pragmáticos entre objetividad, igualdad y justicia, reificando el principio napoleónico, justice es justesse (Sabirón Sierra e Arraiz, 2005, p. 14).

4. Análise indutiva dos dados

Os dados recolhidos são descritivos e ricos de significado. A sua análise tem como finalidade a estruturação de categorias que se vão escamoteando sempre que novos dados vão emergindo.

Esta estrategia implica el examen de los datos en busca de categorías e fenómenos y de relaciones entre ellas; a tal fin, se desarrollan tipologías e hipótesis de trabajo a partir de los casos iniciales, que posteriormente van siendo modificadas con la aparición de casos nuevos (Goetz e LeCompte, 1988, p. 186).

A persistente reformulação das categorias de análise revela bem o interesse que é dado ao processo de investigação.

Qualitative researchers tend to analyze their data inductively. They do not search out data or evidence to prove or disprove hypotheses they hold before entering the study; rather, the abstractions are built as the particulars that have been gathered are grouped together (Bogdan e Biklen, 1994, p. 6).

5. Relevância do significado

A compreensão da cultura de um grupo só se materializa com o entendimento do significado que os participantes atribuem a cada ícone, ação ou objeto. A busca de significado assume-se, então, como uma tarefa da maior relevância.

The essential core of ethnography is this concern with the meaning of actions and events to the people we seek to understand. Some of these meanings are directly expressed in language; many are taken for granted and communicated only indirectly through word and action. But in every society people make constant use of these complex meaning systems to organize their behavior, to understand themselves and others, and to make sense out of the world in which they live. These systems of meaning constitute their culture; ethnography always implies a theory of culture (Spradley e McCurdy, 1997, p. 21).

A busca contínua de significado acontece em concertação com a análise indutiva dos incontáveis dados descritivos que se vão recolhendo no terreno.

Meaning” is of essential concern to the qualitative approach. (...) Qualitative researchers set up strategies and procedures to enable them to consider experiences from the informant’s perspectives. For some, the process of doing qualitative research can be characterized as a dialogue or interplay between researchers and their subjects (Bogdan e Biklen, 1994, p. 7-8).

É esta perseverante busca de sentido que faz com que a etnografia se evidencie como a metodologia que oferece mais possibilidades de compreensão da cultura de um grupo, contrapondo-se às metodologias de investigação de carácter quantitativo, tornando-a na metodologia “(...) que alcanza un mayor grado de pertinencia al ámbito científico-social y educativo” (Sabirón Sierra e Arraiz, 2005, p. 13). Mas ao orientar-se pela análise crítica dos contextos em estudo, desvincula-se de padrões rígidos ou pré-determinados, de modo que a “(...) investigación etnográfica carece de un alto – y suficiente – desarrollo metodológico” (Sabirón Sierra e Arraiz, 2005, p. 13).

Hammersley e Atkinson (1983) qualificam a etnografia como uma metodologia de investigação das ciências sociais que detém, na sua globalidade, este conjunto de características:

(...) forte ênfase na exploração da natureza de certos fenómenos sociais, mais do que formular hipóteses e testar os mesmo; /tendência para trabalhar prioritariamente sobre dados não `estruturados`, quer dizer, dados que não foram codificados no momento da respectiva recolha, em termos de um grupo fechado de categorias de análise; / investigação de um grupo mais pequeno de casos, ou talvez mesmo de um só caso em detalhe;/ análise de dados que envolve a interpretação explícita de significados e funções das ações humanas, cujo produto toma principalmente a forma de descrições verbais e explicações, sendo que a quantificação e a análise estatística desempenham um papel subordinado (p. 248).

A etnografia constitui-se, assim, como a metodologia adequada para compreender a cultura de um grupo social.

When culture is examined from this perspective the ethnographer is faced with a series of interpretations of life, of commonsense understandings, that are complex and difficult to separate from each other. The ethnographer's goals are to share in the meanings that cultural participants take for granted and then to depict the new understanding for the reader and for outsiders. The ethnographer is concerned with representations (Bogdan e Biklen, 1994, p. 31).

Por outro lado, a etnografia da educação, mormente por rejeitar qualquer possibilidade de arranjo de natureza experimental, e por, ao invés, observar os sujeitos nos seus ambientes naturais, pode assumir-se como um instrumento poderoso para a compreensão desses intensos e complexos diálogos intersubjetivos que são as práticas pedagógicas (Fino, 2008a).

Compreender a cultura de um grupo é uma tarefa complexa, obrigando quer uma grande permanência no terreno quer uma grande capacidade de abstração e reflexão.

Ethnographers seek out the insider's viewpoint. Because culture is the knowledge people use to generate behavior and interpret experience, the ethnographer seeks to understand group member's behavior from the inside, or cultural, perspective. Instead of looking for a subject to observe, ethnographers look for an informant to teach them the culture. (...) the ethnographer learns another culture by inferring folk categories from the observation of behavior and by asking informants what things mean (Spradley e McCurdy, 1997, p. 15).

Ao viabilizar a compreensão *in loco* da cultura do grupo, através da inclusão do investigador na realidade em estudo, a etnografia autoriza a análise crítica e reflexiva dessa realidade.

E é neste sentido que a etnografia intervirá: a valorização das diversas identidades culturais e o seu reflexo no desenho curricular passa, em nosso entender, por uma postura de investigação etnográfica que o professor dos nossos dias deverá assumir, buscando o conhecimento de outras pessoas e de outras culturas, outros saberes e outras práticas... A etnografia será o campo privilegiado onde o professor irá buscar a fundamentação e instrumentação necessárias para aceder ao conhecimento dos diversos mundos culturais que contracenam, por vezes de forma conflituosa, no quotidiano escolar (Sousa, 2003, p. 123).

A ligação entre pesquisa sobre inovação e práticas pedagógicas obriga o investigador a imergir no terreno de investigação, tornando "(...) el etnógrafo el investigador social más vinculado con el trabajo de campo" (Sabirón Sierra e Arraiz, 2005, p. 14), processo este que impõe do trabalho de campo uma

(...) estadia prolongada junto da população estudada, a impregnação dos costumes e das práticas dos grupos, decidindo-se aí se debruçar sobre o estranho e o seu significado. Para apreender o ponto de vista dos outros, é necessário partilhar a sua realidade, a sua

descrição do mundo e as suas marcas simbólicas. Aqui a noção de etnografia da escola pressupõe uma nova extrapolação, uma vez que se trata de considerar as práticas de uma instituição como elaboração de uma sociedade (Boumard, 1999, p. 2).

A importância da imersão do investigador no grupo em estudo com a finalidade de observar desde o interior as práticas desse grupo assume particular importância já que

(...) a inovação pode começar na ideia, mas envolve obrigatoriamente as práticas. E estas só são verdadeiramente entendíveis se olhadas de dentro. Por outro lado, se é verdade que a etnografia convencional tende, pelo seu carácter meramente descritivo, a conformar os nativos com a tradição e a reforçar o status quo, talvez possamos acreditar que um pouco de etnografia crítica, ou seja, o resultado de um olhar qualificado pela experiência directa do terreno, e multirreferencialmente informado e reflectido, talvez possa ajudar a provocar, nem que seja, um pouco de mudança (Fino, 2008a, p. 46-47).

A Etnografia pode ser entendida como uma corrente dentro de um conjunto de saberes sobre os fenómenos educativos libertando-se tanto da dependência da Antropologia, como da sua elevação à categoria de paradigma (*Idem*). Reclamando a sua especificidade, esta corrente não se opõe nem exclui qualquer outra; não sendo ‘receita mágica’ para quem estuda aqueles fenómenos, esta corrente muda substancialmente o enfoque e a perspectiva ante a ‘visão emergente do mundo’. A dupla vertente, pensamento e ação, bem como a finalidade consciencializadora e dialética da investigação sobre os fenómenos sociais e educativos, conferem à investigação etnográfica uma intencionalidade distinta da etnologia, já que contempla, para além da descrição, a interpretação e a crítica.

A metodologia etnográfica é apropriada nos casos em que a natureza da investigação exige a compreensão da maneira de viver do ponto de vista dos seus nativos, os autênticos protagonistas da investigação, e visa a descrição de uma cultura, isto é o sistema de normas, de valores e de modelos de comportamento (Lapassade, 1991a).

A observação participante procura sobretudo o conhecimento e implica períodos mais ou menos longos de contacto entre investigador e o grupo de pessoas em estudo, sendo o trabalho de recolha sistemática de dados realizado no seu contexto habitual. Para tal, o investigador deve inserir-se e participar o mais possível nas práticas das pessoas envolvidas no estudo; ao participar, atua sobre o meio ao mesmo tempo que recebe a ação do meio.

Como referido por Fino (2003a), a observação participante é um instrumento seguro e relativamente flexível para a análise e interpretação dos fenómenos de natureza sociocultural que acontecem nas escolas. Sendo o método mais importante na etnografia,

a observação participante, na prática, tende a ser uma combinação de métodos, ou melhor, um estilo de investigação (Woods, 1993b).

Segundo Fernandes (1991), a questão da objetividade é o calcanhar de Aquiles da investigação qualitativa; este embaraço decorre do facto de neste paradigma ser comum uma componente de observações que, inevitavelmente, irá refletir as convicções e os valores do observador. Assim, as perceções poderão ser fortemente distorcidas, ou seja, temos um problema de objetividade que só poderá ser minimizado pela sensibilidade e competência do investigador. Esta preocupação é partilhada por Fino (2003a) ao admitir que o sucesso da investigação etnográfica depende muito da capacidade de interpretação do investigador; de facto, ao beneficiar de grande liberdade na adoção de instrumentos de recolha e análise de dados, ele acaba por ficar à mercê dessa competência interpretativa e da inconveniência da subjetividade – desejavelmente controlada, porém sempre inevitável.

4.3.1. Etnografia e observação participante

Lapassade (1991a, 1991b, 1992, 2001) debate a categorização feita por Adler e Adler (1987) dos três tipos ou graus de implicação do investigador no terreno: a observação participante periférica, a observação participante ativa e a observação participante completa, esta última subdividida em duas – uma participação por uma situação prévia de pertença ao grupo em estudo e uma participação por conversão ao grupo ou adoção pelo grupo.

Dado o meu grau de implicação com o fenómeno em estudo, creio que se pode enquadrar esta investigação como estudo etnográfico cabendo na categoria geral de observação participante ativa.

Lapassade (2001) designou também de *observador participante interno* aquele que pertence ao campo e à cultura que vai estudar, quando esta pertença é prévia ao estudo. Por outro lado, a questão da intensidade de implicação do investigador é de tal forma importante que a advertência de Lapassade deve ser posta em evidência no que respeita à questão da subjetividade:

Un problème se pose quant à l'observation participante active, en particulier dans les établissements d'éducation: comment pratiquer une ethnographie vraiment participante active, en évitant de participer à des changements, ou même de les provoquer. (...)

L'observateur participant actif ne risque-t-il pas d'introduire d'autres valeurs dans la situation qu'il étudie? (...) Faut-il alors définir la participation active comme une intervention qui ne dirait pas son nom? (Lapassade, 1991a, p. 32).

O aviso de Lapassade deve ser tido em conta em todas as fases da investigação. Por um lado, a minha vivência como nativo da cultura do grupo em estudo consente um elevado grau de implicação; por outro lado, é igualmente essencial um esforço de distanciamento relativamente ao que é comum e rotineiro, ao que é vivido no dia-a-dia. Este distanciamento exige do investigador uma atenção redobrada a tudo o que possivelmente tinha como óbvio e “normal”.

Convém ao investigador ter igualmente em conta o conflito, ou tensão essencial, entre a função do investigador e a ação do professor, quando os dois se confundem, sendo uma e a mesma pessoa: o investigador, para descrever uma cultura, necessita de se distanciar do campo de investigação, estando, porém, completamente imerso nele; o professor, por outro lado, para tentar inovar no seio da escola, necessita de atuar de forma transformadora, muito provavelmente contra a própria cultura da escola, deparando-se com todos os obstáculos e resistências inerentes à tentativa de mudança. Esta discussão coloca a questão da relação entre a etnografia e a investigação-ação:

La confusión entre investigación etnográfica e investigación-acción (...) tiene su origen en esta realidad. En el trabajo de campo, la observación, las entrevistas, las conversaciones, los grupos de discusión, etc., son instrumentos que permiten el afloramiento de situaciones problemáticas personales o profesionales, individuales o de grupos, que habían permanecido petrificadas. Cuando estallan, ¿qué se hace de la investigación y, parcela más grave, de la situación real que, al moverse, precipita el problema? Si la opción es la acción y reacción, confluirán, desde ese punto, una doble finalidad, investigadora y de intervención, de difícil conjugación. Si la opción es la pasividad ante el problema, el regusto amargo de los participantes está asegurado. (Sabirón Sierra, 2001, p. 38).

Sabirón Sierra (2001) não se refere apenas à dimensão das relações pessoais no interior da escola. Ele fala particularmente da dimensão política ou prática, da *praxis*, da circularidade entre pensamento e ação. A etnografia da educação tem um caráter de investigação implicada com a ação, através da interpretação crítica do fenómeno educativo. Pode-se contrapor que, assim percebida, a etnografia perde a sua marca essencial na medida em que, como referem Sousa e Fino (2008, p. 191), “l’ethnographie classique tend, par sa caractéristique descriptive, à conformer les natifs avec la tradition et à renforcer le statu quo”.

A dimensão crítica e interpretativa da etnografia da educação, fundada nas correntes críticas do currículo, determina uma relação dialética com os fenómenos educativos, estudados multidisciplinarmente e interpretados multireferencialmente, e “confieren a la investigación etnográfica una intencionalidad distinta a la etimológica” (Sabirón Sierra, 2001, p. 28). Importa saber se este propósito, deixando de ser apenas descritivo para ser também comprometido, tornará possível “croire qu'un peu d'ethnographie critique (...) peut conduire, au moins, à un peu de changement.” (Sousa e Fino, 2010, p. 191).

4.3.2. A opção metodológica

As opções metodológicas do investigador em educação devem desenvolver-se com o intuito de perceber a essência do fenómeno educativo; o que deve decidir a preferência metodológica do investigador não será a adesão a uma ou outra metodologia, a um ou outro paradigma, mas a natureza do problema a investigar e das questões concretas da investigação.

A investigação em educação esteve durante muito tempo sujeita ao paradigma quantitativo. A investigação qualitativa e os seus métodos procuram debelar as restrições patenteadas pelos métodos quantitativos que se mostram limitados e até mesmo inapropriados quando se pretendem estudar, por exemplo, os processos cognitivos e metacognitivos; para análises como as referidas, haverá, muito provavelmente, necessidade de recorrer a entrevistas ou a observações prolongadas dos sujeitos envolvidos na investigação.

Parece ter ficado claro que qualquer investigação cujo cerne seja a educação terá que se suportar numa perspetiva epistemológica não positivista, estando, portanto, fora de cena o paradigma quantitativo puro. No entanto, parece aceitável que dados de natureza quantitativa e qualitativa possam ser recolhidos, com claras vantagens, no processo de investigação do mesmo problema, procurando-se, assim, alcançar uma adaptação flexível à problemática em estudo. Devem ser as questões da investigação a determinar as técnicas de recolha e análise de dados e não o contrário.

Para quem pretende encetar uma investigação em educação no âmbito de um curso da Universidade da Madeira, há orientações de princípio que convém não negligenciar; referimo-nos às linhas fundamentais de pesquisa propostas pelo Centro de Investigação em Educação nas áreas científicas de Currículo e de Inovação Pedagógica e, muito em

especial, uma linha transversal em Etnografia da Educação. Este último argumento ganha ainda mais peso se tivermos em conta a opinião de Sousa (1997) ao assinalar que qualquer opção metodológica comportará os seus riscos, sobretudo para o estudante-investigador não detentor de estatuto científico que lhe permita grande margem de manobra.

A investigação que me proponho realizar pretende estudar um fenómeno no seu contexto real, o que, segundo Yin (1994), aponta para o estudo de caso. Entre outras características, Yin salienta tratar-se de uma investigação empírica de “um fenómeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenómeno e o contexto não estão claramente definidos” (Yin, 2001, p. 32). O autor afirma que a singularidade do estudo de caso se apoia em várias fontes de evidências, uma estratégia de pesquisa abrangente e que compreende um método que abrange tudo; chama, igualmente, a atenção para uma certa confusão entre estudo de caso e etnografia e procura separar o estudo de caso, enquanto ferramenta de pesquisa, do estudo de caso enquanto ferramenta de ensino, de etnografias e observação participante e dos métodos qualitativos, admitindo, no entanto, que a essência do estudo de caso vai além dessas três áreas, muito embora possam existir espaços de justaposição com as duas últimas.

Por outro lado, Stake (2009) parece não distinguir o estudo de caso da tradição “dos métodos de investigação naturalistas, holísticos, etnográficos, fenomenológicos e biográficos; para o autor, trata-se, sobretudo, mais de uma preferência, do que de uma tentativa de definição de um objeto.

Por seu turno, Fino (2000) destaca as diferenças mencionadas por Yin entre o estudo de caso e a etnografia, não exigindo aquele longas estadas no local da investigação que esta exige, nem os métodos etnográficos de recolha de dados, com principal realce para a observação participante. Baseando-se no artigo de Bensabat, Goldstein e Mead (1987), que institui um vasto conjunto de particularidades dos estudos de caso, Fino realça “a existência de uma relativa indefinição na literatura quanto à delimitação precisa de metodologias de investigação qualitativa” (Fino, 2000, p. 153).

A presente investigação pode considerar-se como um estudo de natureza etnográfica que emprega exclusivamente uma abordagem qualitativa ou interpretativa (Aires, 2011; Graue e Walsh, 2003; Sousa, 1997; Walsh, Tobin e Graue, 2002). O caso em estudo é o ambiente de aprendizagem do SPAR, da ESFF, observado a partir da discussão sobre inovação pedagógica.

Este estudo implica uma observação direta da unidade de análise, neste caso, sobretudo a sala onde o SPAR funciona, o que permitirá apreender algum do sentido de que são portadoras as características físicas desse local; assume-se que o conhecimento alcançado assume a subjetividade do investigador como instrumento de pesquisa, valorizando as percepções, conceções e representações dele próprio e dos sujeitos de investigação, numa análise dos significados concedidos às situações em observação (Sousa, 2011).

Com o decorrer do tempo de investigação, e em função de questões suscitadas pelas observações realizadas, o investigador obrigou-se a um olhar crítico sobre os limites do locus da investigação. De facto, vim a sentir a necessidade de estudar facetas de alguns participantes fora das quatro paredes do SPAR, o que me levou a ter de recorrer a técnicas não previstas no meu plano inicial. Quanto mais descobria, mais era espicaçado pela curiosidade – precisava de explorar para além do tempo presente, para além do tempo em que decorria a investigação, para poder responder a questões que não podia ignorar: de onde veio este participante? O que aconteceu àquele outro depois de sair da escola e do SPAR? Eram perguntas que precisavam de ser respondidas e que tudo teria de fazer para obter respostas em favor da investigação. Naturalmente que estas questões não previstas e as “técnicas de recurso” para obtenção de respostas levantaram alguns problemas metodológicos. A prioridade era obter, de forma ética, os dados possíveis; aclarar devidamente os procedimentos adotados seria tarefa imprescindível em momento ulterior, caso contrário, o leitor ficaria com justificadas dúvidas e o investigador comprometia, por mero descuido, um esforço de ir tão longe quanto possível na investigação a que se propôs.

A observação participante envolve a participação do investigador (interações formais e informais) nos acontecimentos que estão a ser observados e é normalmente utilizada em ambientes ligados ao quotidiano (Yin, 1994). Das vantagens desta técnica de observação, destacamos as enumeradas por Yin (2001): contingência de oportunidades incomuns para a recolha de dados, possibilidade de obter permissão para participar em eventos ou em grupos que, de outra forma, seriam inacessíveis à investigação científica, ensejo de perceber a “realidade” do ponto de vista de alguém de “dentro” do estudo e também a eventualidade de preparação de eventos como a marcação de reuniões com um ou mais elementos do grupo. Por outro lado, o autor revela algumas das suas desvantagens: possibilidade de recolher pontos de vista tendenciosos, risco do investigador se tornar apoiante do grupo em estudo, o facto de a função de participante poder exigir excessiva

atenção em relação à função de observador ou, ainda, o facto de o observador participante poder não ter tempo suficiente para fazer todas as anotações necessárias ou fazer perguntas de diferentes perspetivas sobre os eventos que observa.

Tal como Yin (1994), também eu parti para o trabalho convicto de que este estudo de caso não terminará exatamente como foi planeado. Compete-me assumir todos os riscos, pois, como refere Morin (2002), embarcar na busca do conhecimento é uma viagem incerta, frágil e penosa.

O estudo de caso, segundo Yin (1994), revela-se adequada no âmbito da investigação em educação, sobretudo quando se procura explorar, descrever ou explicar a complexidade da entidade a estudar (pessoa, grupo ou organização), o *como* e o *porquê* dos acontecimentos em detrimento do *o quê* e *quanto/os*, as relações, as interações e as discordâncias que se geram no contexto em estudo ou descrever e analisar o fenómeno em profundidade.

Sendo aqueles aspetos os principais pontos fortes do estudo de caso, há, igualmente, alguns pontos fracos a ter em conta quando se pretende adotar este tipo de metodologia, nomeadamente a questão da generalização, que parece ser uma das maiores críticas apontadas a este método; a este respeito, Yin (*Idem*), ao diferenciar a generalização estatística da generalização analítica, esclarece a que nível se situa a generalização neste contexto. Segundo o autor, os casos não são unidades de amostragem e, como tal, não devem ser escolhidos por essa razão; o estudo de caso prevê a utilização de uma teoria, antecipadamente desenvolvida como referência, com a qual se devem confrontar os resultados do estudo. Assim, estaremos perante uma generalização analítica, quando um ou vários casos (estudos de caso único ou de casos múltiplos, respetivamente) suportam uma determinada teoria e não outra, igualmente consistente. Nesta perspetiva, a realização dos estudos de caso deve conduzir à generalização analítica.

Segundo Stake (1995), quando temos uma questão em investigação, uma necessidade de compreensão geral, o estudo de caso é instrumental para alcançar a compreensão de algo mais do que aquele caso particular; podemos dizer que o trabalho é um *estudo instrumental de caso*. Quando optamos por vários estudos instrumentais de caso para atingir os nossos objetivos, estamos perante um trabalho que poderemos denominar *estudo coletivo de caso*.

O autor defende ainda que o real objetivo do estudo de caso é a particularização, não a generalização. Tomamos um caso particular e tentamos conhecê-lo bem, não primeiramente para saber em que se distingue de outros casos, mas para o que realmente ele representa.

O facto de seleccionarmos alguns casos típicos ou representativos não nos dá qualquer garantia de termos uma amostra fortemente representativa do universo. Tal facto não traz qualquer embaraço, já que partimos com a certeza de que a pesquisa baseada em estudos de caso não é pesquisa por amostragem. Por outras palavras, não estudamos estes casos para essencialmente compreender os outros; a nossa primeira obrigação é compreender cada um dos casos seleccionados. (Stake, 1995, p. 4)

Segundo o autor, a maioria dos investigadores contemporâneos alimenta a convicção de que o conhecimento é construído ao invés de descoberto. Os estudos de caso envolvem descrições clarificadoras e interpretações complexas. Seguindo uma visão construtivista do conhecimento, o investigador não é obrigado a evitar transmitir generalizações. Mais ainda, uma visão construtivista encoraja a oferecer aos leitores bom material para as suas próprias generalizações.

Duas outras críticas apontadas ao estudo de caso prendem-se com a questão da subjetividade do investigador; esta crítica deve levar-nos a não esquecer que o elevado grau de envolvimento do investigador com os sujeitos pode levar a uma visão distorcida do fenómeno ou a uma representação da realidade, dependendo do seu grau de isenção e distanciamento. Por outro lado, a complexidade do tratamento de dados deve alertar-nos para a possibilidade de utilização de várias técnicas de recolha de informação, o que pode complicar o processo de análise e interpretação.

A pesquisa bibliográfica sobre o estudo de caso permite concluir sobre a existência de vários modelos de tipificação dos estudos de caso. Um, realça a distinção entre estudo de caso único e estudo de caso múltiplo (Yin, 1994; Bogdan e Biklen, 1994).

Yin (1994) refere que se justifica um estudo de caso único quando o caso representa, entre outros aspetos, um teste à teoria existente.

One rationale for a single case is when it represents the critical case in testing a well formulated theory. (...) To confirm, challenge or extend the theory, there may exist a single case, meeting all the conditions for testing the theory. The single case can then be used to determine whether a theory's propositions are correct or whether some alternative set of explanations might be more relevant (*op. cit.*, p. 38).

Outro modelo de tipificação dos estudos de caso faz a diferenciação entre estudos exploratórios (Yin, 1994; Marshall e Rossman, 2006), estudos descritivos (Marshall e Rossman, 2006) e estudos explanatórios (Yin, 1994), tendo em conta as questões e objetivos da investigação e o nível de controlo do investigador sobre a realidade em estudo.

A primeira condição para diferenciar as várias estratégias de pesquisa é identificar o tipo de questão da pesquisa; Yin (2001) refere que o estudo de caso é a estratégia preferida quando se colocam questões de tipo “como” e “por que” (o que sugere um estudo explanatório), quando não é exigido controlo sobre comportamentos relevantes e quando focaliza fenómenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Sendo estas características do presente estudo, justifica-se plenamente a estratégia estudo de caso.

Para o autor, a investigação de estudo de caso “enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados” (*op. cit.* p. 33), baseando-se em várias fontes de evidência e beneficiando do desenvolvimento prévio de proposições teóricas para conduzir a recolha e análise de dados. Defende ainda que o estudo de caso inclui tanto estudos de caso únicos quanto de casos múltiplos, podem incluir evidências quantitativas, e permitem quer a simples apresentação de casos individuais, quer generalizações amplas baseadas em evidências de estudos de caso.

A referência aos estudos de caso surge por uma razão análoga à aduzida por Fino (2000); de facto, parece persistir na literatura uma relativa indefinição quanto à fixação de limites precisos no que concerne às metodologias de investigação qualitativa e, em particular, também quanto ao conceito de estudo etnográfico. No decurso do presente estudo, cujo objetivo central é descrever as práticas de um grupo de pessoas em interação, o que o singulariza como um estudo etnográfico, foram assumidos procedimentos que, segundo alguns autores, o compreenderiam perfeitamente na categoria dos estudos de caso.

4.3.3. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

O trabalho empírico ligado à recolha e ao registo de dados assume imenso valor na investigação. “Observar, perguntar e ler são as três ações fundamentais que estão na base das técnicas de recolha de dados” (Moreira, 2007, p. 153).

São os dados reunidos que consentem a descrição do terreno de investigação, viabilizando a sua compreensão reflexiva e interpretativa. Assim, é essencial recolher os dados necessários para se aprofundar, *a posteriori*, uma triangulação proficiente e, por essa via, chegar a conclusões robustas e fiáveis, evitando-se cair em situações duvidosas ou especulativas.

Data are both the evidence and the clue. Gathered carefully, they serve as the stubborn facts that save the writing you will do from unfounded speculation. Data ground you to the empirical world and, when systematically and rigorously collected, link qualitative research to other forms of science. Data involve the particulars you need to think soundly and deeply about the aspects of life you will explore (Bogdan e Biklen, 1994, p. 117).

Neste estudo, o investigador utilizou fundamentalmente quatro técnicas de recolha de dados: 1) Diário de campo; 2) Observação participante; 3) Entrevistas; 4) Documentos.

4.3.3.1. Diário de campo

O diário de campo consiste no registo detalhado das vivências observadas e vividas pelo investigador na realidade em estudo. É aludido como uma técnica de recolha de dados utilizada em contexto de exploração do terreno e, neste sentido, não contém sistemas de categorias definidos nem orientações definidas de investigação. O processo de preparação do diário de campo ocorre em simultâneo com a estada do investigador no terreno.

O que é que o investigador faz no terreno?

Observa os locais, os objetos e os símbolos, observa as pessoas, as atividades, os comportamentos, as interações verbais, as maneiras de fazer, de estar e de dizer, observa as situações, os ritmos, os acontecimentos (Costa, 2005, p. 132).

O estudo cuidadoso do terreno deve-se ao facto de “All human behaviour has an expressive dimension. Ecological arrangements, clothes, gestures, and manner all convey messages about people. They indicate gender, social status, occupational role, and even personality” (Hammersley e Atkinson, 1983, p. 107). A análise crítica dos vários elementos que formam uma realidade sociocultural faz emergir um conjunto de reflexões que admitem “(...) romper com as certezas de que partilhamos um mundo comum com pontos de vista idênticos sobre uma realidade incontestável (...) o trabalho de campo obriga a levar em consideração e a aprender a cultura do grupo observado” (Boumard, 1999, p. 5); revela, também, o divisar de novos padrões de comportamentos e

atitudes que fazem parte da cultura intrínseca do sistema (Lessard-Hébert, Goyette e Boutin, 1994).

Estrela (1994) destaca o seu valor na fundamentação da ação educativa:

Nunca é demais sublinhar a importância que assume a observação dos comportamentos no processo de ensino-aprendizagem. A Pedagogia atual tem chamado a atenção para o papel desempenhado pelos processos de observação, diagnóstico e avaliação como fundamento de toda a ação educativa (op. cit. p. 128).

No diário de campo devem inscrever-se os factos vivenciados pelo investigador, assim como as emoções manifestadas pelos participantes, numa postura de contínua exploração da realidade experimentada. Bogdan e Biklen (1994) afirmam que o diário de campo deve conter apontamentos relativamente a “(...) what the researchers hears, sees, experiences, and thinks in the course of collecting and reflecting on the data in a qualitative study” (p. 119). Os dados arrolados no diário de campo são descritivos, não estruturados e correspondem às perceções do investigador sobre a realidade social do grupo cultural em estudo. Sabirón Sierra (2001) refere-se aos diários de campo declarando que

Un investigador es libre – evidencia - de reflejar en su diario los aspectos relevantes que considere oportuno; sin embargo, cuando en ocasiones se hacen públicos y se advierten contenidos más propios de la poética que de la ciencia, quizá convenga diferenciar y delimitar el diario privado del investigador, del diario-seguimiento del proceso de investigación. En este sentido, conviene precisar aspectos tales como la periodicidad y soporte de las anotaciones, tipos de registros a utilizar, informaciones a recoger, percepciones e interpretaciones - a vuela pluma, si se quiere - a incluir, intuiciones por confirmar, incidentes críticos, recordatorios, opiniones, etc.; y, cómo no, añádanse después cuantos afectos, sentimientos e impresiones se considere oportuno desde la mirada etnográfica (Sabirón Sierra, 2001, p. 35).

Apesar da abundância de informações que podem ser arroladas no diário de campo, é possível e desejável, ainda assim, sistematizá-las. Bogdan e Biklen (1994) defendem que as notas de campo devem ter uma componente descritiva e uma outra reflexiva que se complementam. Quanto à primeira “(...) the concern is to provide a word-picture of the setting, people, actions, and conversations as observed”, sendo que a componente reflexiva diz respeito à “(...) part that captures more of the observer’s frame of mind, ideas, and concerns” (p. 120). Cabe ao investigador anotar, refletir e, concomitantemente, tentar divisar a realidade sobre a qual se debruça. No que respeita à componente descritiva Bogdan e Biklen (1994) referem que

Como investigador há que lançar a rede de uma forma abrangente, tomando notas copiosas, e passando muito mais horas a escrever do que a observar. À medida que o foco

diminui para cobrir temas particulares, ou que você faz observações mais dirigidas para ter uma noção do todo, pode inverter a sua prática anterior e gastar muito mais tempo a observar do que a escrever (p. 168).

As notas registadas podem ser de natureza bem distinta: aspeto dos sujeitos, reconstruções de diálogos, descrição do ambiente físico envolvente, eventos particulares e comportamentos dos sujeitos e do próprio investigador. Esta componente deve ser complementada com a devida reflexão, cujo registo deve incluir as características analíticas, metodológicas, éticas e pessoais (Bogdan e Biklen, 1994). É importante destacar que, devido à prolongada estadia no terreno, as relações sociais estabelecidas entre o investigador e os sujeitos participantes vão-se modificando, reconfigurando novas potencialidades e obstáculos para a atribuição de significado às situações experienciadas.

A presença do investigador no terreno introduz neste uma série de novas relações sociais. À medida que se vai prolongando, o trabalho de campo vai não só reorganizar as relações entre observador e observados como reorganizar também, em certa medida, o próprio tecido social em análise. Na interação social não se pode não comunicar (veja-se o poder altamente comunicante do “silêncio observador” referido) e, num quadro social qualquer, não se pode igualmente deixar de estabelecer relações sociais. A questão não está, pois, em supostamente evitar a interferência, mas em tê-la em consideração, controlá-la e objetivá-la, tanto quanto isso for possível (Costa, 2005, p. 135).

Apesar de ser utilizado para efetuar a anotação sistemática das vivências pessoais, o diário de campo acaba por assumir uma outra faceta igualmente muito interessante – constitui muito mais do que um simples registo de ocorrências, na medida em que materializa o lado mais pessoal e íntimo do trabalho desenvolvido, contendo registos das emoções sentidas pelo investigador. Pode conter também reflexões pessoais do investigador sobre o desenrolar da sua investigação, a sua inclusão social no grupo observado, as suas vivências e as suas impressões, os seus medos, os seus momentos de sorte, os seus erros e as suas confusões, as suas relações e as suas reações positivas ou negativas, *etc.*

O diário pode considerar-se uma porta aberta para o interior do domínio em estudo, patenteando um alto potencial metodológico devido à riqueza descritiva, interpretativa e reflexiva que abrange (Máximo-Esteves, 2008). Assim, o investigador reúne no diário de campo o trajeto da investigação, tornando-o num registo essencial que oferece solidez ao trabalho desenvolvido.

Desta forma, o diário de campo torna-se um instrumento de reflexividade do investigador e pode transformar-se num catalisador pioneiro da organização de categorias “(...) las notas de campo pueden ser codificadas informalmente durante el proceso de recogida de

datos y utilizadas para generar categorías y constructos de los fenómenos observados en ese momento” (Goetz e LeCompte, 1988, p. 170).

4.3.3.2. Observação participante

Em etnografia o investigador trabalha em conjunto com os participantes para construir uma “descrição cultural” do fenómeno em estudo (Spradley, 1979). Investigar presume a construção de uma relação única entre o investigador e os participantes que valorize o detalhe, viabilizando (re)construir para “os de fora” a cultura tal como é vivida do ponto de vista dos "de dentro". Por essa razão, Spradley (1979) sintetiza que “The participant observer comes to a social situation with two purposes: (1) to engage in activities appropriate to the situation and (2) to observe the activities, people, and physical aspects of the situation” (p. 54).

Esta técnica de recolha de dados permite o contacto direto com os sujeitos incluídos na investigação e “(...) sirve para obtener de los individuos sus definiciones de la realidad y los constructos que organizan su mundo” (Goetz e LeCompte, 1988, p. 126). A compreensão do mundo dos investigados exige a maior atenção aos detalhes, pois

São essas "pequenas coisas" que passam a ser objeto privilegiado de investigação, para o que se requer uma atenção, um olhar já não de alguém superiormente estranho, que vem de fora para observar, mas um olhar interessado, implicado, ou seja um olhar etnográfico (Sousa, 2007b, p. 5).

A interação do etnógrafo, enquanto investigador qualitativo, deve pautar-se por “(...) interact with their subjects in a natural, unobtrusive, and nonthreatening manner” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 39). Por outro lado, Tuckman (2000) refere que a observação participante

(...) não necessita ser um “olhar” não-estruturado. Normalmente significa procurar encontrar algo, ou seja essencialmente o seguinte:

(1) As relações entre os comportamentos de vários participantes por exemplo: Os estudantes trabalham sozinhos ou em conjunto?

(2) Os motivos ou intenções subjacentes ao comportamento, tais como: O comportamento é espontâneo ou dirigido ao professor?

(3) O efeito do comportamento: sobre os resultados ou acontecimentos subjacentes, tais como: Eles jogam todos mais tarde no recreio ou trabalham todos noutras aulas? (Tuckman, 2000, p. 524).

Entretanto, é necessário revelar que a observação apresenta como principal inconveniente a eventualidade da presença do investigador promover mudanças de comportamento dos observados, particularmente a diminuição da espontaneidade dos mesmos. Tal como refere Lapassade (2001), a noção de observação participante encerra em si mesma uma aparente contradição.

L'observation participante, je l'ai souligné déjà, est un dispositif de recherche dont la caractéristique principale, du moins dans sa présentation classique - celle de l'école de Chicago - est de chercher à faire fonctionner ensemble, sur le terrain, l'observation – qui implique une certaine distance - et la participation, - qui suppose au contraire une immersion du chercheur dans la population qu'il étudie (p. 12).

O observador-participante, ao introduzir-se na comunidade em estudo, está permanentemente na fimbria: sendo observador, está de fora – estuda as pessoas, as interações, as atividades realizadas; tornando-se participante, reposiciona-se como membro inerente do grupo: “(...) toda a observação em Ciências Humanas implica dificuldades e limitações devidas ao sujeito observador, ao sujeito observado e às interações observador-observado, as situações pedagógicas, complexas e mutáveis acentuam essas dificuldades e limitações.” (Estrela, 1994, p. 128).

Posto isto, contudo, não é demais reafirmar que a observação participante se revela uma técnica decisiva de recolha de dados.

Só a observação permite caracterizar a situação educativa à qual o professor terá de fazer face em cada momento. A identificação das principais variáveis em jogo e a análise das suas interações permitirão a escolha das estratégias adequadas à prossecução dos objetivos visados. Só a observação dos processos desencadeados e dos produtos que eles originaram poderá confirmar ou debilitar o bem fundado da estratégia escolhida (Estrela, 1994, p. 128).

No campo de observação, o investigador esforçou-se por inteirar-se não só dos discursos e das ações, mas também das situações, ou seja, das relações entre os participantes e as circunstâncias em que elas ocorreram. O contexto revela-se essencial e deverá ser reconhecido tendo em conta tanto os participantes como o lugar em que ocorre. Para o registo das observações, foi tida em consideração a lista apresentada por Spradley (1979), que assinala um conjunto de dimensões significativas do contexto em que decorre a observação:

1. O espaço – o lugar ou os lugares físicos;
2. O ator – a pessoa implicada;

3. A atividade – uma série de ações que as pessoas realizam e que se encontram relacionadas;
4. O objeto – as coisas físicas que se encontram presentes;
5. O ato – uma determinada ação;
6. O acontecimento – uma série de atividades que as pessoas levam a cabo e que estão relacionadas entre si;
7. O tempo – a sequência temporal em que se desenrolam as ações;
8. Os fins – as metas que as pessoas tentam atingir;
9. Os sentimentos – as emoções sentidas e expressas.

Segundo Erickson (1989), a atitude do investigador perante os processos educativos que pretende descrever começa por ser tão intuitiva quanto possível, sem qualquer matriz conceptual prévia “que possa limitar a serenidade do investigador...” (p. 247). A metodologia adotada para “tornar estranho o que me era familiar e familiar o que me era estranho” (Correia, 2011, p. 17) levou o investigador a questionar não apenas o que estava ocorrendo no ambiente observado, mas também “que significado têm estes acontecimentos para as pessoas que neles participam?” (Erickson, 1989, p. 200) e, assim, poder definir como objeto da investigação tanto os comportamentos como a ação e as dinâmicas criadas entre os diferentes participantes.

A narração e a significação dos fenómenos observados obrigam o investigador etnográfico a investigar para além do que pode observar diretamente a partir do exterior; a compreensão dos fenómenos impõe ao investigador que se situe no universo dos significados que os participantes no estudo conferem às suas próprias ações bem como às atitudes dos que os rodeiam.

Mas, em caso algum, se exige da Etnografia algo mais (e isto já é suficiente!) do que a possibilidade descritiva e interpretativa de uma cultura ou de manifestações culturais contextualizadas. Entenda-se, naturalmente, descrição no sentido denso de Geertz, de uma descrição explicativa. Não deve tratar-se de uma simples descrição elaborada, mas da reconstrução científica de um processo social que diferencie as intenções dos interlocutores. A abordagem etnográfica pressupõe uma certa distanciação, convertendo em estranho o que é familiar (Sabirón Sierra, 2001, p. 154).

Sendo a etnografia uma metodologia cujo foco é a compreensão da cultura de um grupo, reclama do investigador a aptidão para compreender os sujeitos que agem de acordo com as normas culturais do grupo. Assim, a observação participante revela-se um utensílio singular por proporcionar o contacto com o sujeito no seu ambiente quotidiano.

Investigador e sujeitos encontram-se circundados por um conjunto de artefactos, próprios desse mesmo meio, cuja iconografia e simbologia, ainda que imperceptivelmente presentes, requerem interpretação, análise e compreensão.

Daí a importância da observação participante, que permite num movimento pendular metodológico entre o ponto de vista do investigador e o dos atores, reconhecer uma multivetorialidade da análise em cujo processo aqueles *a priori* do investigador são questionados da mesma maneira que os pontos de vista dos atores (Boumard, 1999, p. 5).

A observação participante é cada vez mais confirmada como essencial na investigação qualitativa, particularmente em estudos etnográficos. Apresenta-se como um meio privilegiado, não apenas por autorizar a inclusão do investigador no contexto cultural do grupo, mas também por se constituir como ferramenta catalisadora do entendimento e da análise crítica da realidade em estudo. Na visão de Fino (2003a), a permanência no terreno

(...) habilita o investigador a um contacto muito estreito e prolongado com a realidade que se propõe estudar, e a circunstância de poder vir a ser "adotado" pelo grupo social que estuda como uma espécie de novo membro abre-lhe portas para o interior desse grupo onde, afinal, a cultura se gera e se partilha (Fino, 2003a, p. 106)

Ao dilatar-se a permanência no campo, o observador-participante aprende a utilizar-se como instrumento de investigação ampliando, igualmente, o nível de introspeção.

Tout au long du travail de terrain, l'observateur participant, tout en prenant part à la vie collective de ceux qu'il observe, s'occupe essentiellement de regarder, d'écouter et de converser avec les gens, de collecter et de réunir des informations. Il se laisse porter par la situation (Lapassade, 2001, p. 9).

Além de permitir o contacto pessoal com a realidade em estudo, a observação participante viabiliza, igualmente, a análise e interpretação dessa realidade, na tentativa de a tornar significativa para quem a analisa. A noção de observação participante distancia-se, assim, de uma simples observação, já que

(...) não se trata de ver. Trata-se de olhar (regarder). Ainda que ver consista em receber imagens, olhar (regarder) supõe, como aliás diz a etimologia, "estar em guarda", portanto prestar atenção, interessar-se. Em suma, para usar o vocabulário institucionalista, o etnógrafo, definido como tal em função de seu olhar, é ao mesmo tempo implicado (Boumard, 1999, p. 3).

Sobre a pertinente questão que se coloca a muitos investigadores, a "quantidade" de participação que se deve desenvolver no decurso da investigação, convém ter em conta a aclaração de Bogdan e Biklen (1994):

Exactly what and how much participation varies during the course of a study. During the first few days of participant observation, for example, the researcher often remains somewhat detached, waiting to be looked over and, hopefully, accepted. As relationships develop, he or she participates more. At later stages of the research, it may be important once again to hold back from participating (pp. 91-92).

Este repto compromete o investigador no esforço em conseguir, enquanto elemento estranho ao grupo, tornar-se um indivíduo pertencente a esse mesmo grupo. Esta duplicidade de situações do investigador, umas vezes estando de fora, outras vezes sendo elemento intrínseco ao grupo, confere-lhe potencialidades, mas não o isenta de um sem número de dificuldades na compreensão da cultura vivenciada. Spradley (1980) refere que “As a participant observer, you will need to increase your introspectiveness. In a real sense, you will learn to use yourself as a research instrument” (p. 57). Esta particularidade do investigador adequa-se aos estudos etnográficos cuja incidência é o processo ao invés do produto de investigação.

Em etnografia, o investigador poderá, *in loco*, redirecionar a investigação em curso, prosseguindo por caminhos que se lhe apresentam mais promissores para o entendimento da realidade em estudo.

As situações vão-se sucedendo, quase sempre com escasso controlo por parte do investigador; estão sempre a surgir, mais ou menos subitamente, possibilidades de observação inesperadas, não programáveis, singularmente significativas; está permanentemente à mão, e à vista uma realidade social complexa, em toda a sua espessura e diversidade. Perante isto, o investigador é obrigado a reagir em plena situação de observação, escolhendo dimensões de análise e indicadores, estabelecendo relações entre fenómenos, realinhando focos de interesse e categorias classificatórias, intermutando procedimentos técnicos específicos. Não é, portanto, viável, na maioria dos casos, que essas técnicas sejam acionadas senão pelos próprios investigadores (Costa, 2005, p. 134).

Tal como refere Carreira (2014), neste incessante entrar e sair, o investigador vai observando, registando, participando e redirigindo os focos sobre a cultura que investiga, procurando sempre formar categorias que lhe permitam atribuir significado à realidade observada. Neste campo de ação, a recolha de dados supõe um concomitante processo de codificação: a informação bruta selecionada é traduzida através de um código, sendo posteriormente transmitida a um recetor (o próprio investigador ou outrem). Sendo a codificação executada sem quaisquer intermediários, a subjetividade deve ser claramente minorada, estabelecendo um bom instrumento para a apreensão da realidade em estudo.

A concluir esta secção, o investigador deseja referir que utilizou duas modalidades de observação participante: umas vezes integrou-se nas situações vividas pelos participantes

no estudo, mas não interferiu de todo nessas situações; noutros casos, o investigador integrou-se no grupo com funções passíveis de modificar a situação. Segundo Lousã *et al.* (2018), a observação pode designar-se de passiva, no primeiro caso, e de ativa, no segundo. Em qualquer dos casos, a observação foi sempre de tipo não estruturada, ou seja, dando total liberdade de ação ao investigador para observar e decidir o que pode ser significativo para a investigação.

4.3.3.3. Entrevistas

Enquanto decorrem as sessões de observação participante, pode acontecer que aumente a empatia entre o observador e os observados surgindo, por essa via, o ensejo de estabelecer conversas mais reflexivas designadas de **entrevistas etnográficas**. A principal diferença entre estas e as entrevistas convencionais consiste no seu carácter reflexivo. As entrevistas etnográficas são entendidas como “(...) as a series of friendly conversations into which the researcher slowly introduces new elements to assist informants to respond as informants” (Spradley, 1979). Constituem, também, boas técnicas para a recolha informal de dados e, neste sentido, não existe um alinhamento predefinido das questões a colocar. Tal como referido por Hammersley e Atkinson (1983), “Ethnographers do not decide beforehand the questions they want to ask, though they may enter the interview with a list of issues to be covered. Nor do ethnographers restrict themselves to a single mode of questioning” (p. 113).

A entrevista revela-se uma técnica de recolha de dados essencial em investigação quantitativa na medida em que possibilita saber o que pensa um indivíduo sobre determinado tema. A entrevista foi definida por Cannell (1968), citado por Cohen e Manion (1990, p. 378), como

(...) un diálogo iniciado por el entrevistador com el propósito específico de obtener información relevante para la investigación y enfocado por él sobre el contenido específico por los objetivos de investigación de descripción, de predicción o de explicación sistemáticas.

Para Bogdan e Biklen (1994) “(...) the interview is used to gather descriptive data in subjects’ own words so that the researcher can develop insights on how subjects interpret some pieces of world” (p. 103). Desta forma, a entrevista é uma forma de comunicação verbal estabelecida entre o investigador e o(s) participante(s), com o intuito de obter dados sobre a investigação em curso. Os dados obtidos através das entrevistas são

descritivos, tendo a vantagem adicional de, pela inexistência de intermediários, proporcionarem um depoimento em tempo real do indagado sobre a investigação.

A entrevista tem vindo a ganhar importância em estudos de cariz etnográfico, na medida em que se harmoniza com o objetivo de entender a cultura de um grupo através dos significados conferidos a determinada situação. Logo, como asseveram Bogdan e Biklen (1994), a entrevista afasta-se da simples recolha de informações para se acercar da compreensão, “The goal of understanding how the person you interview thinks is at the center of the interview. (...) The researcher has to be captive to the larger goal of the interview – understanding” (p. 106).

A utilização da entrevista enquanto instrumento para a recolha de dados não está isenta de alguns aspetos inconvenientes, sobretudo a necessidade de colaboração dos indivíduos, não só na disponibilidade para responder às perguntas, mas, também, na necessidade em esclarecer a situação transmitindo “(...) o que pensam que deve ser” (Tuckman, 2000, p. 308). O mesmo autor refere ainda que “(...) estas técnicas medem, não o que as pessoas acreditam, mas o que dizem acreditar, não o que gostam, mas o que dizem gostar” (*Idem*).

Hammersley e Atkinson (1983) referem-se a esta questão afirmando que “It is hard to expect *honesty* and *frankness* on the part of participants and informants, whilst never being frank and honest about oneself” (p. 83). Assim, a entrevista torna-se uma técnica de recolha de dados subjetiva, cuja parcialidade é imprescindível minimizar.

(...) minimizar la cantidad de parcialidade cuanto sea posible. Las fuentes de parcialidade son las características del entrevistador, las características del informante y el contenido substantivo de las questiones. Más particularmente, éstas incluirán. Las actitudes y opiniones del entrevistador; una tendencia por parte del entrevistador a buscar constestaciones que apoyen sus nociones preconcebidas; percepciones erróneas por parte del entrevistado de lo que está diciendo el informante y malentendidos por parte del informante de lo que se le está preguntando (Cohen e Manion, 1990, p. 390).

Mucchielli (1978), na linha de Carl Rogers, aponta os princípios a que deve obedecer uma entrevista de compreensão: atitude de interesse aberto, isto é, sem preconceito de qualquer tipo; atitude de não-julgamento; atitude de não-diretividade, o que significa não haver nada pressuposto; intenção autêntica de compreender o outro, de pensar em seus termos e descobrir o seu universo subjetivo; esforço contínuo de objetividade.

Tendo em conta o exposto, o investigador deve empenhar-se em conduzir a entrevista garantindo, tanto quanto lhe seja possível, a minoração dos fatores de parcialidade que poderão comprometer a recolha de dados. A aptidão para “*estar dentro sendo de fora*”,

que foi anteriormente referida para a observação participante, é, igualmente, um dos atributos que deve exibir o investigador qualitativo, investido neste papel de entrevistador.

A bibliografia é generosa em designações no que respeita às tipologias de entrevistas, expondo os diferentes autores diferentes categorizações. Expressões como entrevista em profundidade, aberta, fechada, estruturada, dirigida, semiestruturada, semidirigida, biográfica constituem apenas alguns exemplos das designações mais repetidas. É importante uma adequada seleção da modalidade de entrevista a realizar, já que existem diversos géneros “(...) de acordo com diferentes organizadores conceptuais – a formalidade da situação, a diretividade da orientação, o padrão da estrutura do seu conteúdo” (Máximo-Esteves, 2008, p. 93).

Neste estudo, elegeu-se a entrevista semidirigida pelo facto de proporcionar uma intervenção recíproca, não havendo uma exigência pré-estabelecida no que respeita à ordem pela qual as questões seriam colocadas. O entrevistado tem toda a liberdade para tratar os temas propostos com base nos conhecimentos que detém, devendo o investigador procurar um significado compartilhado por ambos. “Even when the interview guide is employed, qualitative interviews offer the interviewer considerable latitude to pursue a range of topics and offer the subject a chance to shape the content of interview” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 104).

Facilitando a criação de situações de diálogo pouco estruturadas, espontâneas e fazendo compreender ao entrevistado que pode participar livremente com as suas interpretações e ideias, permite-se a criação de um ambiente de anuência mútua. Nestas circunstâncias, a comunicação pode fluir de forma genuína, ajudando o investigador a ver a realidade em estudo através dos olhos dos entrevistados. Para tal, o investigador deve constantemente avaliar as intervenções do entrevistado de modo a promover a construção dialogada dos significados (Máximo-Esteves, 2008).

As conversas mantidas durante a entrevista integram um conjunto de dados descritivos que carecem de cuidada análise.

Os investigadores usam os questionários e as entrevistas para transformar em dados informação directamente comunicada por uma pessoa (ou sujeito). Ao possibilitar o acesso ao que está “dentro da cabeça de uma pessoa”, estes processos tornam possível medir o que uma pessoa sabe (informação ou conhecimento) ou que gosta e não gosta (valores e preferências e o que pensa (atitudes e crenças). Os questionários e as entrevistas podem também utilizar-se para revelar as experiências realizadas por cada um (biografia)

e o que, em determinado momento, está a decorrer. Esta informação pode ser transformada em números ou dados quantitativos, utilizando técnicas de escalas de atitudes e escalas de avaliação, (...), ou contando o número de sujeitos que deram determinada resposta, dando assim origem a dados de frequência (Tuckman, 2000, pp. 307-308).

Consideradas por Yin (1994) como uma das principais fontes de dados nos estudos de caso, no âmbito desta investigação as entrevistas revelaram-se importantíssimas fontes de informação complementar da obtida pela observação.

Lapassade (1991b, 2001) distingue a entrevista etnográfica das conversas de campo; a conversação estabelecida informalmente é uma componente primordial da observação participante: o investigador está com as pessoas e fala naturalmente com elas na medida em que participa nas suas atividades e delas retira dados para a investigação. As entrevistas etnográficas desenrolaram-se de acordo com um modelo base orientado para temas específicos, o que permitiu fazer os necessários ajustes e adaptações conforme o curso do diálogo estabelecido com cada um dos entrevistados (Guerra, 2006).

Uma vez assumido o papel de observador participante ativo, houve que aceitar que algumas das conversas informais mantidas com os participantes no estudo se pudessem ajustar às questões emergentes da investigação, enquanto outras poderiam originar novas questões; sempre que tal sucedeu, houve que continuamente procurar esclarecimentos sobre os novos dados. Deste modo, a entrevista etnográfica revelou-se uma troca, um diálogo entre duas pessoas com papéis nitidamente distintos (Lapassade, 1991a).

Segundo Bogdan e Biklen (1994), as entrevistas possibilitam a recolha de dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, autorizando o investigador a desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a forma como os sujeitos interpretam aspetos da realidade onde se movimentam. Por outro lado, Yin (1994) salienta que as respostas podem ser tendenciosas e as próprias entrevistas podem levar a uma visão tendenciosa devido a questões mal elaboradas; o autor descreve também o efeito de reflexibilidade, quando o entrevistado dá ao entrevistador o que ele quer ouvir. O investigador procurou estar atento a este e outros perigos e, na medida das suas possibilidades, eliminar da investigação qualquer vestígio desses dados falsos.

Segundo Sapir (1967), sempre que se regista enquanto *história de vida* um testemunho individual (algo muito frequente em etnografia), isto não significa que se valorize o indivíduo, entidade adulta e singular, mas sim que ele é aqui tomado como uma amostra

da comunidade. É a técnica da entrevista semidiretiva que serve de base à recolha deste tipo de informação; privilegiando a não diretividade, deve favorecer atitudes de compreensão, de empatia, de facilitação e de abertura ao outro. Trata-se de uma entrevista com um elevado grau de liberdade, ou abertura, que deixa amplo espaço livre para divagações e pequenas histórias do narrador (Poirier, Clapier-Valladon e Raybaut, 1999).

4.3.3.4. Documentos

Articulada com a atividade do projeto que elegi como objeto de estudo, existe uma boa porção de documentos de diferente natureza entendidos como “(...) material informativo sobre determinado fenómeno que existe com independência da ação do investigador” (Moreira, 2007, p. 153). Contudo, o conceito de documento é amplo, podendo abarcar registos pessoais ou institucionais, bem como fotografias e registos áudio e vídeo. A análise destes registos apresenta-se como um meio essencial na obtenção de dados sobre a realidade em estudo. Este tipo de registos, além de constituir uma fonte de informação, permite diversificar o processo de recolha de dados, viabilizando uma melhor triangulação e, conseqüentemente, reduzir a subjetividade das análises.

Neste trabalho, transcrevi minuciosamente todos os registos áudio das entrevistas tendo, seguidamente, efetuado a análise de conteúdo. Além destes registos, examinei relatórios e planos de atividades do projeto SPAR, notícias de órgãos de comunicação social, Projeto Educativo da ESFF, brochuras, artigos de revista escolar, bem como registos fotográficos e vídeo quer de eventos em que o SPAR participou, quer de momentos casuais do seu quotidiano. Esta diversidade de documentos reunidos provê dados de distinta natureza.

Alguns dos materiais fornecem apenas detalhes factuais tais como as datas em que ocorreram reuniões. Outros servem como fontes de férteis descrições de como as pessoas que produziram os materiais pensam acerca do seu mundo. Os dados produzidos pelos sujeitos são utilizados como parte dos estudos em que a tónica principal é a observação participante ou a entrevista embora às vezes possam ser utilizados em exclusivo (Bogdan e Biklen, 1994, p. 176).

Ainda que seja avaliada como uma técnica relevante para a recolha de dados, não está isenta de inconvenientes apontados pelos críticos. Moreira (2007, pp. 166-168) sistematiza as vantagens e desvantagens do seu uso:

Análise Documental	
Vantagens	Desvantagens
<u>Utilidade em investigações primárias</u> – relativo sobretudo ao estado da arte sobre a investigação em desenvolvimento;	<u>Seletividade</u> – na seleção do registado nos documentos;
<u>Utilidade em estudos comparativos e de tendências</u> – usado em comparações nacionais e internacionais;	
<u>Não reatividade</u> – por serem elaborados independentemente do investigador não são por ele influenciados;	
<u>Exclusividade</u> – o que se encontra nos documentos tem carácter único;	
<u>Historicidade</u> – desde que arquivados os documentos permanecem no tempo.	
	<u>Natureza secundária</u> – por ser produzido para outro fim que não a investigação em desenvolvimento;
	<u>Interpretabilidade múltipla e mutável</u> – o valor documental está dependente do contexto e do tempo em que foi produzido;
	<u>Crítica etnometodológica</u> – relativa à utilização de documentos oficiais.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens do uso de documentos em investigação, segundo Moreira

Platt (1981), citado por Moreira (2007, pp. 169-174), apresenta ainda outras desvantagens, designadamente no que respeita à autenticidade, à disponibilidade documental, à amostragem, à credibilidade e à possibilidade de fazer inferências. A estas desvantagens de carácter específico acrescem outras duas de carácter comum a todas as investigações, nomeadamente no que diz respeito à interpretação do significado do documento e no que se relaciona com a própria apresentação do material documental.

Um tipo de registo a que recorri frequentemente foi a fotografia; este tipo de registo permite que os investigadores “(...) compreendam e estudem aspetos da vida que não podem ser investigados através de outras abordagens” (Bogdan e Biklen, 1994, pp. 183-184). Por outro lado, em investigação etnográfica, e perante os incontáveis dados descritivos reunidos, a fotografia apresenta-se como “(...) um meio de recordar e estudar detalhes que poderiam ser negligenciados se uma imagem fotográfica não estivesse disponível para os refletir” (*Ibidem*, p. 189).

Segundo Gamboa (1995), as opções técnicas dependem do caminho a percorrer e dos procedimentos a serem desenvolvidos. Admite-se a recolha de um amplo conjunto de informações em diferentes formatos, numa abordagem em “mosaico”, tal como referida por Clark (2005). Compete ao investigador tirar partido das vantagens de cada técnica de

recolha de dados e, simultaneamente, estar consciente das suas limitações e esforçar-se por atenuar as respetivas desvantagens.

Ainda no que respeita ao registo dos dados, para auxiliar a transcrição e subsequente trabalho de análise, recorri frequentemente a registos de áudio, de vídeo e de imagem, em suporte digital, através da utilização de minigravador, de *smartphone* e de câmara fotográfica, instrumentos preciosos para um projeto desta natureza (Mendes, 2009; Mendes e Sousa, 2011). Os dados, assim registados, foram sendo organizados sistemática e atempadamente para não se perder a sua “essência”, pois “sem um registo robusto com pormenores concretos, não se está a descobrir nada, está-se a inventar” (Graue e Walsh, 2003, p. 160).

Tal como Correia (2011), julgo que uma visão global acerca do que ocorre no local da investigação não será alcançada unicamente através dos registos efetuados no campo de observação; para tal, poderá ter sido útil socorrer-me de notas avulsas e de lembranças para relacionar e reorganizar o contexto em que os acontecimentos foram manifestados e mencionados. Por esta via, “o investigador etnográfico adquire um conhecimento tácito mais importante que está para além dos seus registos escritos” (pp. 16-17).

4.3.4. Técnicas de tratamento e análise dos dados

Os dados podem ser vistos como blocos construtivos; uma vez agrupados segundo padrões, tornam-se informação, que, por sua vez, quando aplicados ou utilizados, se tornam conhecimento. O grande desafio da análise qualitativa reside em conseguir o significado de largas quantidades de dados – reduzindo os dados em bruto, identificando o que é significativo, e construindo um quadro para comunicar a essência do que os dados revelam. No processo de análise, interpretação e síntese dos achados, movemo-nos dos dados para a informação; primeiro, procuramos identificar padrões ou temas significativos; depois, tenta-se dar alguma aceção de entendimento.

Em investigação qualitativa, esforçamo-nos por estar abertos à realidade dos outros e por compreender realidades diferentes. “Devemos ouvir antes de compreender.” (Bloomberg e Volpe, 2008, P. 127) O significado e alcance podem vir de olhar para diferenças e afinidades, de inquirir e interpretar causas, consequências e relações.

O volume de dados de cariz descritivo gerados numa investigação de carácter qualitativo é geralmente apreciável. Há ainda que ter em conta que, em etnografia, a análise dos dados é um processo que ocorre no mesmo estágio e de forma complementar à recolha de dados “In ethnography the analysis of data is not a distinct stage of the research. It begins in the pre-fieldwork phase, in the formulation and clarification of research problems, and continues into the process of writing up” (Hammersley e Atkinson, 1983, p. 174).

4.3.4.1. Categorização

A análise de dados começa com a identificação de atitudes, palavras, episódios, padrões de ação ou de não ação que se reiteram ou se destacam, viabilizando a sua organização em categorias; este processo designa-se codificação. Kerlinger (1970), citado por Cohen e Manion (1990, p. 396), explicou a codificação como “(...) la traducción de las respuestas a las preguntas y la información de los informantes a categorías específicas para el objetivo del análisis.” Este procedimento de organização em categorias é usado para

(...) lidar com comunicações frequentemente numerosas e extensas para delas extrair um conhecimento que a simples leitura ou audição cumulativas não permitiria formar. Trata-se pois, sempre de um trabalho de economia, de redução da informação, segundo determinadas regras, ao serviço da sua compreensão para lá do que a apreensão de superfície das comunicações permitiria alcançar (Máximo-Esteves, 2008, p. 107).

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), a codificação envolve várias etapas:

Developing a coding system involves several steps: You search through your data for regularities and patterns as well as for topics your data cover, and then you write down words and phrases to represent these topics and patterns. These words and phrases are coding categories. They are a means of sorting the descriptive data you have collected (...) so that material bearing on a given topic can be physically separated from other data (p. 173).

Este método, contudo, não é simples nem imediato, já que a definição das categorias é uma construção passo-a-passo que, muitas vezes, envolve ações de sentido contrário e progride à medida que novos dados são adicionados ou examinados.

(...) a categorização é possível de remodelações mais ou menos profundas à medida que novos dados vão sendo considerados, estabelecendo-se um percurso de vaivém do primeiro material à primeira formulação de categorias, à incorporação de mais material, à manutenção, ajustamento ou reformulação das categorias, e, assim, ciclicamente, até à inserção de todo o material estar feita (Máximo-Esteves, 2008, p. 110).

O investigador deve esforçar-se por construir um quadro explicativo, rico de significado, que traduza o mais fielmente possível a cultura vivida pelos intervenientes e que seja, portanto, cientificamente válido.

De acordo com Creswell (2003), os significados são construídos pelo ser humano enquanto se compromete com a realidade que tenta interpretar. Esse compromisso com a realidade e essa construção de significados baseiam-se na sua perspetiva histórica e social. Na investigação qualitativa, e em conformidade com o exposto, os investigadores procuram compreender o contexto e tendem a usar perguntas abertas de modo a que os participantes possam exprimir as suas perspetivas. As interpretações dos achados estão elas mesmas moldadas pelas experiências e conhecimentos do investigador. Em resumo, a geração de significados é sempre um processo social e, por outro lado, uma investigação qualitativa é amplamente indutiva, com o investigador gerando significados a partir dos dados colhidos.

O investigador tem que ter presente esta noção e não esquecer que “A dificuldade em interpretar dados qualitativos não está em saber como criar interpretações, mas em saber como escapar a interpretações pré-estabelecidas.” (Feldman, 1995, p. 64). Assim, os novos conhecimentos obtidos no processo de análise dos dados auxiliam o investigador a colocar “novas questões e a desenvolver diferentes interpretações, elucidativas tanto para *insiders* como para *outsiders*.” (*Ibidem*, p. 68).

Segundo Bloomberg e Volpe (2008), “A investigação qualitativa envolve deslocar-se de uma perspetiva holística para partes individuais (análise) e voltar a uma visão holística dos dados (síntese).” (p. 133). A síntese é o processo de juntar tudo: como as questões da investigação foram respondidas pela pesquisa; como os achados podem ser interpretados de forma semelhante; como os achados se relacionam com a literatura; como os achados se relacionam com as suposições prévias sobre o estudo. Não é um processo linear. “A análise qualitativa e a interpretação são ambas uma arte e uma ciência, e aqui reside a tensão.” (*Ibidem*, p. 134). A dimensão científica apela a uma abordagem sistemática, rigorosa e disciplinada e uma perspetiva intelectual crítica. A dimensão artística convida à exploração, descoberta, *insight*, inovação e criatividade para gerar novas possibilidades e novas ideias.

Na investigação qualitativa, o realce vai para a compreensão. Não se procura determinar qualquer explicação causal única, para prever ou para generalizar. A intenção é contar uma história rica em detalhes tendo em conta e respeitando um contexto. (*Idem*)

A análise é uma abordagem multifacetada. Blaxter *et al.* (2006) referem que a análise de dados é um processo contínuo que pode ocorrer ao longo de toda a investigação, onde os estágios e métodos envolvidos simplesmente não se seguem ordenadamente um após outro, com as análises antecedentes influenciando as posteriores recolhas de dados. A análise cuida da procura de esclarecimento e apreensão, e é no seu decurso que se granjeiam, consideram e fortalecem conceitos e teorias. As pesquisas do tipo qualitativo obedecem a uma lógica implícita, ainda que menos unificada e unificável que a dos processos quantitativos (Boudon, 1990). Áreas onde se pensa que os dados adicionaram conhecimento ao tópico de investigação parecem estar ordenados, enquanto áreas onde o trabalho levantou mais perguntas do que respostas podem parecer caóticos. “A análise de dados é algo como mover-se do caos para a ordem, e da ordem para o caos” (Blaxter *et al.*, 2006, p. 195).

“A análise qualitativa e a interpretação são ambas uma arte e uma ciência, e aqui reside a tensão” (Bloomberg e Volpe, 2008, p. 134). A dimensão científica apela a uma abordagem metódica, rigorosa e disciplinada e uma perspetiva mental crítica. A dimensão artística convida à exploração, descoberta, *insight*, inovação e criatividade para conceber novas possibilidades e novas ideias.

O moroso processo de análise de dados deve ser acompanhado por uma grande componente reflexiva, já que “Much ethnographic research, however, suffers from a lack of reflexivity in the relationship between analysis, data collection, and research design” (Hammersley e Atkinson, 1983, p. 174). Apenas a análise reflexiva dos dados permite compreender as interpretações atribuídas pelos intervenientes às atividades desenvolvidas e episódios vivenciados.

Por outro lado, Bardin (1977) refere-se à análise de conteúdo defendendo que “(...) não se trata de um instrumento, mas de uma grande disparidade de formas adaptável a um campo muito vasto: as comunicações” (p. 31); acrescenta ainda o autor que a técnica de análise de conteúdo apropriada ao domínio e ao objetivo pretendidos, tem que ser reinventada a cada momento. Assim, a análise de conteúdo pode caracterizar-se como um “(...) conjunto de técnicas possíveis para tratamento de informação previamente recolhida” (Máximo-Esteves, 2008, p. 107). Daqui decorre que proporciona a análise e a descrição do conteúdo declarado ou subentendido, viabilizando a construção de explicações mais próximas da realidade em análise.

A tarefa de interpretação dos dados reveste-se de particular complexidade já que é, simultaneamente, desarticular e unir, uma atividade analítica e sintética, descritiva e evocativa, “a bela e o monstro” (Graue e Walsh, 2003, p. 192). A abordagem etnográfica comporta igualmente, segundo Sabirón Sierra (aludido por Fino, 2008a), um esforço de crítica, sem a qual estaria comprometida a intencionalidade do saber sobre os fenómenos em investigação.

A análise de conteúdo não “(...) é simplesmente descritiva e atenta ao conteúdo manifesto, visa a produção de inferência e, portanto, a interpretação e, eventualmente, a explicação dos fenómenos tanto patentes como latentes na comunicação” (Máximo-Esteves, 2008, p. 108). Será a busca do sentido subentendido nas mensagens ou nos registos que possibilitará entender o conjunto de representações válidas para o grupo em análise. A este respeito, Spradley (1979) declara ainda que “Componential analysis is the systematic search for attributes (components of meaning) associated with cultural symbols” (p. 174).

Spradley (1980) salienta que a análise etnográfica envolve um modo de pensar, sendo também uma procura de padrões. Segundo o mesmo autor, primeiro devemos fazer uma apreciação, qualquer que seja o assunto, para determinar as suas partes e depois relacioná-las com o todo. Nas situações sociais estudadas, observámos comportamentos, recordámos o que as pessoas faziam e diziam e fomos capazes de fazer inferências acerca do que elas sabiam. No entanto, também tivemos de descobrir os padrões que se encontravam nos nossos dados. Alguns foram claros e fáceis de descobrir, outros encontravam-se escondidos no texto e alguns representavam relações semânticas onde normalmente estão ligadas duas categorias, as quais foram importantes para descobrir aspetos ligados ao domínio cultural.

Spradley (*op. cit.*) refere que para analisarmos uma situação social do ponto de vista cultural temos de ter em consideração os elementos com tais significados e depois descobrir como estão organizados. Para este autor toda a situação social é caracterizada por um lugar, pelos atores que nela participam, quais os eventos em que participam, que objetos usam, que constroem e de que modo uma mudança nos eventos altera as relações entre os atores. A meta da análise, qualquer que seja a situação, é descobrir padrões de cultura numa situação social particular.

Os processos de recolha e de análise de dados constituem duas fases complementares, em que a busca persistente de significado através da análise de dados acompanha a recolha

de novos dados. Esta subsidiariedade possibilita a procura ininterrupta de significado sobre as vivências culturais dos intervenientes, tornando ambos os processos demorados, mas proficientes. “Los procesos analíticos de transformación de los datos brutos en un informe terminado consumen mucho tiempo; numerosos investigadores opinan que el análisis es una tarea por lo menos tan difícil como el trabajo de campo” (Goetz e LeCompte, 1988, p. 171).

Uma importante questão que se coloca ao investigador relaciona-se com o rumo da análise a realizar. Neste âmbito, é essencial não perder de vista o quadro teórico-conceitual associado à investigação.

Toda a análise de conteúdo decorre de uma pergunta ou perguntas que o investigador se coloca (caso contrário, seria um exercício sem sentido), bem como da natureza dos dados com que ele lida (invocados ou suscitados). Diferentes formas de circunscrever o objeto de investigação, de formular as questões da pesquisa, diferentes níveis de conhecimento prévio do objeto de estudo por parte de diferentes investigadores, darão origem a formas necessariamente diferentes de tratamento do material (Máximo-Esteves, 2008, pp. 108-109).

Como assinala Spradley (1980) “Analysis of any kind involves a way of thinking. It refers to the systematic examination of something to determine its parts, the relationship among parts, and their relationship to the whole. Analysis is a search for patterns” (p. 85). A busca de padrões só é cientificamente verosímil face a um posicionamento epistemológico do investigador ante a realidade em estudo.

4.3.4.2. Triangulação

Numa investigação qualitativa de tipo etnográfico tentamos compreender uma determinada cultura utilizando o maior número possível de meios; é por esta razão que se torna imperioso praticar diferentes técnicas de recolha de dados como observação participante, observação não participante, entrevistas, diários de campo e recolha de documentos.

Havendo a necessidade de atribuir significado aos dados recolhidos e, através da sua análise, compreender a realidade em estudo, é imprescindível confrontá-los recolhendo, nesse processo, conhecimentos adicionais. Foi desta necessidade investigativa que surgiu o conceito de triangulação.

De acordo com Stake (2005), nos estudos de caso qualitativos, os procedimentos usados para reduzir a probabilidade de erro de interpretação são geralmente chamados triangulação. A triangulação é geralmente considerada como um processo de usar múltiplas percepções para clarificar o significado, verificando a repetição de uma observação ou interpretação. Mas reconhecendo que não existem observações ou interpretações perfeitamente repetíveis, a triangulação serve também para clarificar o significado identificando as diferentes maneiras de como o caso é visto. “O investigador qualitativo está interessado na diversidade de percepções, mesmo nas múltiplas realidades nas quais as pessoas vivem. A triangulação ajuda a identificar diferentes realidades.” (p. 454)

Tratando-se de um procedimento de primordial importância em investigação científica, a triangulação representa um processo longo e moroso. Segundo Denzin (1975), existem quatro tipos básicos: 1) triangulação de dados; 2) triangulação de investigadores; 3) triangulação teórica; e 4) triangulação metodológica. Janesick, V. J. (1994), acrescenta um quinto tipo, a triangulação interdisciplinar, que implica a utilização de outras disciplinas (tais como arte, sociologia, história, dança, *etc.*) para informar a investigação. Em qualquer dos casos, a triangulação destina-se a ser um instrumento heurístico para o investigador.

Neste trabalho, recorre-se à triangulação de dados, sendo estes confrontados com a matriz teórico-conceptual de referência da investigação. “In triangulation, then, links between concepts and indicators are checked by recourse to other indicators” (Hammersley e Atkinson, 1983, p. 199).

De uma forma geral, a triangulação é entendida como uma técnica utilizada para incrementar o grau de confiança dos resultados de uma investigação, ao consentir a utilização de diferentes origens de dados para corroborar a observação; admite-se que esta técnica elimine ou reduza eventuais dúvidas que possam subsistir sobre o desenvolvimento da investigação sendo, portanto, uma boa prática de investigação aquela que obriga o investigador a triangular (Correia, 2011).

É da maior importância o processo de triangulação durante a análise de dados numa pesquisa qualitativa; contudo, o papel da triangulação é oferecer evidências e existem diferentes níveis de evidências que permitem ao investigador construir uma percepção sobre a realidade investigada. Todos os resultados da triangulação, quer sejam

convergentes, inconsistentes ou contraditórios, devem ser analisados através do conhecimento obtido.

Os resultados não são, contudo, um fim em si mesmo. O investigador fica com a tarefa de dar sentido às provas, independentemente de qual seja o resultado. Se a convergência de dados é inconsistente, ou contraditória, o investigador deve tentar construir explicações para eles e sobre eles. O valor da triangulação reside na obtenção de provas, sejam elas convergentes, inconsistentes ou contraditórias, e no modo como o investigador lida com elas na explicação dos fenómenos (Correia, 2011, p. 313).

Num estudo etnográfico, a narração do que se observa acontece em paralelo e de forma complementar com a busca de significado para a cultura vivenciada e o próprio planeamento da investigação. Tal como referido por Bogdan e Biklen (1994) “While qualitative studies have stages, the work is not as segmented. Design decisions are made throughout the study (...). Decisions about design and analysis may be made together” (p. 55). Trata-se, portanto, de um método que implica um diálogo de natureza metacognitiva que se deve exercer de forma contínua ao longo de toda a investigação e não apenas no final do processo. A triangulação de dados é um método que rejeita a ideia de “fase final”, confinada no tempo e no espaço; pelo contrário, deve ocorrer em simultâneo com o processo de recolha e análise de dados, abonando efetividade e coerência ao andamento da investigação etnográfica em curso.

A triangulação de dados pode advir de uma ampla gama de análises, como seja a triangulação de dados recolhidos por várias fontes ou por diferentes investigadores.

(...) data-source triangulation involves the comparison of data relating to the same phenomenon but deriving from different phases of the fieldwork, different points in the temporal cycles occurring in the setting, or, as in respondent validation, the accounts of different participants (including the ethnographer) involved in the setting (Hammersley e Atkinson, 1983, p. 198).

Para mitigar a subjetividade das respostas dadas pelos entrevistados e afiançar a validade da investigação em curso, é indispensável triangular os dados obtidos através de diferentes fontes; Tuckman (2000) propõe uma forma de triangulação que recorre a entrevistas a outras pessoas.

Para maximizar a neutralidade do processo e a consistência das conclusões, é útil construir um esquema para a entrevista. A apresentação das mesmas questões a diferentes pessoas é uma estratégia para obter uma variedade de perspetivas sobre essas mesmas questões (p. 517).

Por outro lado, Costa (2005) sublinha as vantagens de complementar a entrevista com sessões de observação.

Na recolha de informação pela via da entrevista ou do questionário tem de se ter sempre em conta que, mesmo nas questões ditas mais objetivas, tudo o que se obtém é uma declaração do sujeito sobre a observação que ele faz do seu próprio pensamento, comportamento ou situação. Em sentido inverso, a observação directa, restritamente entendida, dá um acesso muito limitado ao sistema de classificações, à configuração das representações e ao universo de sentido dos protagonistas das práticas sociais (Costa, 2005, p. 142).

Utilizando metodologia de cariz etnográfico, a recolha de dados, a sua análise e a triangulação são procedimentos que acontecem de forma entrelaçada e complementar, implicando um forte esforço reflexivo. O emprego desta integração de procedimentos constitui, na modesta opinião do investigador, uma valia essencial para caucionar a validação da presente investigação.

What is involved in triangulation is not the combination of different kinds of data per se, but rather an attempt to relate different sorts of data in such a way as to counteract various possible threats to the validity of our analysis (Hammersley e Atkinson, 1983, p. 199).

O incessante vaivém entre recolha, análise e triangulação de dados deve unir-se a uma intensa dimensão reflexiva que implementem critérios de validade e de fiabilidade da investigação concedendo-lhe a necessária natureza científica. Tuckman (2000) declara que “A parte referente à avaliação da tarefa concentra-se em duas características ou qualidades de todas as técnicas de medida, ou seja, a validade e a fidelidade” (p. 561). Garante-se a **validade** da análise assegurando a harmonia entre os objetivos definidos e as categorias de análise definidas, pelo que “(...) es necesario demostrar que las proposiciones generadas, perfeccionadas o comprobadas se ajustan a las condiciones causales que rigen en la vida humana” (Goetz e LeCompte, 1988, p. 224). Contudo, segundo Tuckman (2000), a validade de uma investigação pode ser definida em termos internos (validade interna) ou externos (validade externa):

Um estudo tem validade interna se o seu resultado está em função do programa ou abordagem a testar, mais do que de outras causas não relacionadas sistematicamente com esse estudo. A validade interna afeta a nossa *certeza* (certainty) de que os resultados de investigação podem ser aceites, baseados no design de investigação (p. 8).

Por outro lado, a validade externa sobrevém quando “(...) os resultados obtidos forem aplicáveis no terreno a outros programas ou abordagens similares. A validade externa afeta a nossa capacidade para confiar nos resultados da investigação, com vista à sua

generalização (generality), tendo como base os processos utilizados” (Tuckman, 2000, pp 8-9).

De acordo com Flick (1998), a questão da validade da investigação qualitativa transforma-se na questão de saber até onde as construções do investigador são fundamentadas pelas construções das pessoas por ele estudadas e quanto esta fundamentação é transparente para os outros. “Então a produção dos dados torna-se um ponto de partida para julgar a sua validade e a apresentação do fenómeno e as inferências por ele introduzidas torna-se outra questão.” (p. 225)

No que respeita ao procedimento de validação, Máximo-Esteves (2008) expõe que

O que importa é que, seja qual for a análise construída, ela seja sujeita a processos de validação interna do trabalho realizado e se sujeite, posteriormente, à crítica e, se for o caso, à contestação dos resultados obtidos, uma vez que todas as decisões tomadas e os argumentos em que se fundaram são explicitados (p. 109).

Não menos essencial na análise de conteúdo é a questão **fiabilidade** – o nível de confiança ou exatidão dos dados recolhidos. A fiabilidade impõe que a codificação tenha sido concretizada de modo objetivo e organizado conduzindo, então, a uma definição clara e exata de categorias, afirmando que todo o conteúdo pertinente seja associado a uma das categorias definidas.

La fiabilidad se refiere a la medida en que se pueden replicar los estudios. Exige que un investigador que utilice los mismos métodos que otro, llegue a idénticos resultados. Ello plantea un enorme problema en las investigaciones sobre el comportamiento natural o los fenómenos únicos (Goetz e LeCompte, 1988, p. 214).

Com o propósito de fomentar a validade das observações, o investigador terá especial cuidado em questionar, por um lado, se observa realmente aquilo que pensa estar a observar e, por outro, certificar-se de que aquilo que deseja observar, aquilo que realmente observa e o modo como a observação é levada a cabo são pertinentes em função dos objetivos da investigação. Para reforço da validade da investigação terá em conta a interação do investigador com os participantes no estudo, a triangulação de inferências, bem como uma adequada documentação dos procedimentos.

A busca de explicações fiéis e alternativas requer mais do que mera intuição e vontade de fazer satisfatoriamente. Sempre que possível, como propõe Stake (1995), e constatando a necessidade de ser necessária na avaliação, mas igualmente na interpretação dessas avaliações, recorreu-se a protocolos de validação e triangulação, em que observações

adicionais concedem ao investigador fundamentos para rever as suas interpretações. Houve, igualmente, que tomar em conta as recomendações de Creswell (2003) no que respeita a triangular diferentes fontes de dados, a confirmar com os participantes as interpretações percebidas pelo investigador, a utilizar informação discrepante, e a não economizar no tempo do trabalho de campo.

Segundo Flick (1998), a triangulação foi inicialmente conceptualizada como estratégia de validação de resultados obtidos a partir de métodos individuais. “O foco, contudo, desviou-se fortemente para enriquecer e completar o conhecimento e para ultrapassar os (sempre limitados) potenciais epistemológicos do método individual. A triangulação é menos uma estratégia de validação de resultados e procedimentos do que uma alternativa à validação que reforça o alcance, profundidade e consistência em procedimentos metodológicos.” (p. 230)

4.4. Questões éticas em investigação etnográfica

*A dimensão ética começa
quando entra em cena o outro.*

Umberto Eco

Segundo Bogdan e Biklen (1994), em investigação etnográfica, a ética compreende as normas referentes aos procedimentos considerados corretos ou incorretos por determinado grupo.

Apenas pela manutenção de uma postura eticamente responsável e reconhecida por todos os participantes na investigação, se conseguirá desenvolver um estudo etnográfico completo e com alto grau de fiabilidade no que respeita aos dados recolhidos.

Para executar no terreno um estudo etnográfico eticamente responsável, Bogdan e Biklen (1994) recomendam:

1. Avoid research sites where informants may feel coerced to participate in your research;
2. Honor your informants' privacy;
3. There is a difference in informants' time commitment to you when you do participant observation in public places (...), and when they do an interview with you;
4. Unless otherwise agreed to, informants' identities should be protected so that the information you collect does not embarrass or in other ways harm them;
5. Treat informants with respect and seek their cooperation in the research;
6. In negotiating permission to do a study, you should make it clear to those with whom you negotiate what the terms of the agreement are, and you should abide by that contract;
7. Tell the truth when you write up and report your findings (pp. 49-50).

A minha presença no terreno nunca foi estranha para nenhum dos participantes, já que me viam como mais um dos professores com algum papel na coordenação do projeto SPAR, ou seja, mais um elemento do grupo. Tal facto permitiu que as relações estabelecidas entre mim, enquanto investigador, e qualquer dos participantes se pautassem sempre por normas de consentimento, confiança e respeito mútuo, possibilitando uma correta recolha e tratamento de dados.

Uma questão da maior importância é a do consentimento informado para a recolha de dados, questão recorrente já que muitas vezes procedi à recolha de imagens e sempre tive o cuidado de pedir autorização para a respetiva publicação.

Outra preocupação que se me apresentou foi a da preservação do anonimato dos participantes. A priori, o anonimato dos participantes seria a regra sem exceção; contudo, com o decorrer da investigação e com o rumo que ela tomou, julguei ser mais proveitoso para a autenticidade das personagens que intervêm na composição da narrativa, tratar as pessoas pelo seu verdadeiro nome, desde que elas concordassem. Uma vez que quase todas mostraram o seu acordo, será assim que surgem neste texto; outras, que não autorizaram a utilização do seu nome ou que eu não consegui contactar para fazer esse pedido, aparecem com um nome fictício. O apêndice 5 contém todas declarações informadas dos participantes, autorizando a divulgação dos seus nomes.

Também uma questão de ética é a de procurar manter a autenticidade dos resultados, já que “a característica mais importante de um investigador deve ser a sua devoção e fidelidade aos dados que obtém” (Bogdan e Biklen, 1994, p. 77), e, nessa perspectiva, distorcer ou manipular os dados recolhidos seria uma falha ética tremenda. Logo, foi feito o maior esforço por manter fidedignos os procedimentos de recolha, de ordenação e de análise dos dados, bem como os relacionados com a exposição dos resultados obtidos.

4.5. Condições particulares do investigador face ao objeto de estudo

O meu propósito é descrever as vivências dos participantes de um projeto de robótica de uma escola secundária. De seguida, resumirei algumas das circunstâncias particulares desse projeto e pessoais deste investigador.

O projeto em questão, o SPAR, funciona na escola secundária onde trabalho há mais de duas décadas, daí o local de observação estar sempre ou quase sempre acessível, assim tenha disponibilidade para realizar o trabalho.

O coordenador deste projeto é colega de grupo de recrutamento do professor que aqui está investido na função de investigador, isto é, trata-se de uma pessoa que profissionalmente está muito próxima.

Muito antes de imaginar que um dia este seria tema de investigação de cariz científico, já eu sentia curiosidade sobre aquele projeto e sobre o modo como os participantes tanto aprendiam em matérias de elevada complexidade; sendo visita frequente, constatei que alguns dos meus alunos, noutra espaço e noutra condição, com outra atitude, tinham um desempenho muito diferente. Ao longo do tempo, fui também percebendo que as

observações ocasionais que fazia nos espaços contíguos aos laboratórios, oficina, salas de aulas teóricas (todas ao longo do mesmo corredor voltado para um pátio interior) dos comportamentos dos alunos que participavam no projeto e dos seus colegas que nunca tinham participado, de alguma forma contrastavam entre si. Já tinha notado essa alteração também na sala de aula e, com mais esta percepção, sentia crescer a vontade de conhecer a fundo o funcionamento do projeto e o modo como os participantes trabalhavam nesse ambiente. A oportunidade de realizar uma investigação de cariz científico permitiu-me observar tudo de uma forma diferente, metódica e sistemática, tentando não deixar contaminar estas observações intencionais com qualquer resultado de prévias observações ocasionais.

Desde o momento em que aquele jovem colega, o Jorge, me abordou pedindo colaboração para o arranque do clube de robótica, as relações entre nós haveriam de se alterar substancialmente; com o tempo, o coordenador percebeu que eu tinha gosto e interesse genuíno no sucesso do SPAR, pelo que começou a pedir a minha colaboração na redação de planos de atividades, relatórios e outros documentos. Assim, fui ficando a par da atividade do projeto, a minha ligação foi-se ampliando e passei a colaborar igualmente na redação de pequenos artigos para a revista da escola, breves notas para os órgãos de comunicação social, *newsletter* do projeto e no que fosse preciso. Juntando o útil ao agradável, dado o meu gosto pela fotografia, passei também a ter alguma responsabilidade na recolha de imagem e de vídeo que documentassem a evolução dos diferentes projetos em curso, bem como de eventos em que o SPAR participava. A dado ponto, o Jorge, o coordenador do projeto, insistiu em me incluir na equipa de coordenação, o que muito me contrariou: de facto eu não coordenava nada, apenas prestava uma modesta colaboração da qual retirava muito prazer; quando muito, aceitava que me referisse como colaborador. Não sei bem como, mas a teimosia do Jorge acabou por prevalecer e o meu nome veio a aparecer junto ao seu e de mais um ou dois colegas da *equipa coordenadora*.

A circunstância particular de se ter, entretanto, fortalecido uma relação de amizade entre nós abona duplamente em favor da investigação: por um lado, trata-se de uma fonte completiva de dados da maior importância e, por outro, vai desempenhar um papel crucial no contínuo esforço de triangulação.

Concluindo o capítulo, sublinha-se que o controlo das técnicas garante a realização do estudo, tendo em atenção que, na prática, as ciências humanas procedem segundo *corpus* metodológicos de investigação científica muito inventivos e muito diversos, cuja

aprendizagem dá garantias de objetividade razoável. A importância do método advém do seu papel enquanto leme da razão no cumprimento de um “acto completo do pensamento” (Deshaies, 1997, p. 434), um exercício de vaivém entre as ideias e os factos, entre as perceções e a realidade, em suma, um processo de objetivação da complexidade das relações entre o sujeito e o objeto e, portanto, do conhecimento que se busca.

Capítulo 5. CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO

5.1. Considerações (informais) sobre a recolha e o tratamento de dados

Em circunstâncias normais, um investigador bem preparado provavelmente necessitaria de um ano para levar a cabo o trabalho de campo a que eu me propus. Sabemos que a abordagem etnográfica é complexa e muito exigente também em termos de tempo dedicado à observação, pelo que até podemos acrescentar, como margem de segurança, mais seis meses ao tempo inicial. Acontece que este investigador concreto acabou por encontrar dificuldades imprevistas na etapa da recolha de dados, pelo que reconheceu ser mais prudente prolongar a estada no terreno. Essa ampliação do tempo de observação seria a que fosse necessária, não havia pressa, havia sim a aspiração de documentar o mais corretamente possível as vivências dos sujeitos que observava.

O tempo que acabou por ser necessário para ter a convicção de ter reunido os dados consistentes para fazer um retrato o mais fiel possível daquele ambiente e dos seus protagonistas foram aproximadamente três períodos de oito meses, repartidos por três anos letivos. Durante esse tempo, muito do que *sentiu no ar*, o ambiente do SPAR e as relações entre as pessoas, reavivaram-me sensações experimentadas anteriormente. Por vezes, tive mesmo percepções que pareciam encaixar no que comumente se designa por *deja vu*; numa dessas vezes, até me ri de si mesmo – *estás aqui há demasiado tempo, António Firmino, vê lá se te decides e escreves a tese!*

Se a presente investigação fosse de carácter jornalístico, andar a observar *mais do mesmo* não faria sentido nenhum; o mais certo é que procurasse aquilo que saísse da norma, o que fosse novidade, o que pudesse provocar alguma sensação. Como a investigação é de natureza científica, o que se procura é sobretudo descrever a realidade tal qual ela é no seu quotidiano; deve-se relatar a normalidade e, com a mesma objetividade, também o que dela se desviar. Observar fenómenos que, no essencial, se repetiam com uma regularidade quase mecânica não me causou qualquer espécie de enfado, nem originou nenhum sentimento de estranheza.

Esta dilatação temporal do trabalho de campo naturalmente forneceu alguns dados novos, já que foi possível acompanhar alguns participantes ao longo de três anos de trabalho no SPAR – os projetos em que se envolveram, os sucessos e as desilusões, bem como as relações estabelecidas com outros membros do projeto. Fiquei também com a clara noção de que só me consegui aperceber de algumas situações a que atribuí significado particular

porque estive no terreno durante todo esse tempo; caso contrário, a probabilidade de captar tais circunstâncias críticas seria praticamente nula. Como já está a ficar claro, nem tudo foi mau no grande atraso na conclusão do trabalho: pelo menos, em benefício da investigação, ganhou-se na quantidade e na robustez dos dados recolhidos.

Pelas razões anteriormente expostas³⁰, é natural que tenha retido certas memórias diretas dos primeiros contactos com o projeto SPAR. Aconteceu que, durante as longas horas de observação do último ano do trabalho de campo, algumas dessas memórias teimassem em emergir e me obrigassem a pensar nelas enquanto rabiscava algumas notas sobre as reflexões do que nesses últimos dias se tinha passado. Por outras palavras, dados do passado pareciam querer marcar presença na investigação, ainda que contrariando a vontade do disciplinado investigador. “Pode haver aqui um problema de contaminação, tenho que ter muita cautela!”, escrevi nessa altura.

Para já, obrigo-me a assinalar que o aflorar daquelas recordações está ligado a uma questão que abordei há pouco – a reiteração, a normalidade. Estar ali, no SPAR, durante algum tempo, mesmo que sem qualquer tipo de preocupação investigativa, mais cedo ou mais tarde acabaria por conduzir a esta constatação: apesar do dinamismo, por vezes quase frenético, há ali um ambiente que permanece imutável ano após ano. Mudaram as instalações, são outros os jovens aprendentes, há novos computadores e outros equipamentos, a arquitetura do espaço está completamente diferente..., mas, no essencial, o ambiente parece ser exatamente o mesmo. Compete ao autor estudar, tão profundamente quanto lhe for possível, os diferentes aspetos desse ambiente e o papel de cada um dos diferentes atores e, depois de compreender tudo o que observou, escolher a forma mais adequada para a devida apresentação à comunidade científica. (Dito assim, parece fácil; não sei porque estou tão atemorizado com a empreitada, confesso).

³⁰ Secção 4.5.

5.2. Singularidades do *locus* de investigação

5.2.1. Breve historial da Escola Secundária de Francisco Franco

De acordo com os estudos de Loja (2000), a unificação dos Ensinos técnico-profissional e liceal realiza-se em 1976, com as alterações que se seguem à Revolução de Abril. A partir 1978 as escolas industriais e os liceus, de orientações diversas, passam à tipologia única de "Escolas Secundárias". Nesta sequência, o Governo da República determina, que, tal como no continente, nas ilhas, as suas designações sejam fixadas pelos respetivos governos. O Governo da Região Autónoma da Madeira, em 11 de Janeiro de 1979, decide que, para esse fim, deveriam ser usados nomes de vultos madeirenses, deixando a decisão da escolha do patrono a cada comunidade escolar. Esta escola escolheu para seu patrono o escultor modernista madeirense Francisco Franco.

A ESFF habita o edifício construído de raiz, ao longo da década de 50, com projeto do arquiteto António do Couto Martins, para a Escola Industrial e Comercial António Augusto de Aguiar. É, portanto, uma obra do Estado Novo e enquadra-se na fase nacionalista do modernismo português. A sua história cruza-se com a do ensino industrial, criado no Funchal pelo decreto de 10 de Janeiro de 1889. A Escola de Desenho Industrial do Funchal, que começou por se designar Josefa d'Óbidos, adquiriu, em 1891, o nome do ministro António Augusto de Aguiar, responsável por importantes reformas no ensino técnico. Passou à condição de Escola Industrial em 5 de Outubro de 1893 e, com as alterações do Decreto de 11 de Setembro de 1925, integrou o Ensino Comercial.

Ao longo desses anos, à medida das necessidades impostas pelas reformas do ensino português e do aumento do número de cursos e alunos, a única escola pública de ensino técnico do Funchal, habitou quatro edifícios arrendados: Rua de Santa Maria (1889-1891), Palácio de São Pedro (1891-1896), Rua de João Tavira (1896-1938), Rua das Hortas/Travessa do Nogueira (1938-1958) até, finalmente, se instalar no edifício da Rua João de Deus, onde se encontra hoje a Francisco Franco, patente na figura 13. Os seus antecedentes de escola de ensino técnico, profissional (vertentes de eletricidade, mecânica e construção civil) e artístico, para que estava apetrechada em recursos humanos e materiais, determinaram alguma predominância destas vertentes, na atual escola, nos cursos das reformas de 1986 e 1991, sem que tivessem sido esquecidas as outras opções curriculares. Na década de 80, as escolas secundárias Francisco Franco e Jaime Moniz

são, ainda, as que recebem os alunos de toda a ilha, por inexistência deste tipo de equipamento nos outros concelhos.



Figura 13 - Escola Industrial e Comercial³¹

Este edifício escolar, iniciou a sua atividade em Outubro de 1958. O Diário de Notícias do dia 2 de Outubro desse ano, destaca as sessões de abertura das duas grandes escolas do Funchal. A esse propósito refere que, no seu discurso de início das atividades escolares, o Dr. Manuel Domingos Gouveia e Freitas, então, diretor da Escola Industrial e Comercial do Funchal António Augusto de Aguiar, dá as boas vindas a todos os alunos e felicita-os por terem ao seu dispor um novo e grandioso edifício escolar. Nesta data, há ainda em curso as obras dos arredores que se estenderão pela década de 60. Desde a sua construção foi submetido a várias campanhas de obras: ainda enquanto Escola Industrial e Comercial, na década de 60, foram realizadas algumas correções no interior e, no exterior, foram acabados os espaços de recreio dos alunos e campos de jogos para a prática de Educação Física, não incluídos, por razões orçamentais, na primeira fase da construção; outras obras de correção e manutenção decorreram na década de 70; já como Escola Secundária de Francisco Franco, em resposta ao crescente número de alunos e às novas exigências do ensino, foi sujeito a campanhas de manutenção, acrescentamento e readaptação de alguns dos seus espaços interiores e exteriores (anos 80).

No início dos anos 90 foi mesmo construído no seu espaço um novo edifício com 20 salas. Em 2007 foram construídos a poente, sobre o espaço do primitivo campo de hóquei e pavilhão "provisório" de 10 salas (dos anos 70), o novo Pavilhão para prática de desportos

³¹ Fonte: <http://escolas.madeira-edu.pt/esffranco/Escola/Hist%C3%B3ria/tabid/14813/Default.aspx>.

e mais salas e laboratórios adequados às atuais exigências do ensino. A volumetria desta construção e a grande aproximação ao primitivo e grandioso edifício não salvaguardaram o desafogo necessário à sua grandeza. Apesar disto o aspeto da sua fachada mantém-se preservado assim como o do espaço ajardinado que ladeia a entrada principal.



Figura 14 - Atual ESFF³²

Tal como assumido no seu *Projeto Educativo 2017-2021*, a ESFF, fiel ao seu passado, tem mantido uma forte tradição do ensino no domínio das artes e dos cursos orientados para o mercado de trabalho, oferecendo hoje todos os cursos científico-humanísticos (CCH), cursos profissionais (CP), alguns cursos de educação e formação (CEF) e cursos de educação e formação de adultos (CEFA).

Na atualidade, a ESFF pode caracterizar-se com alguns dados suplementares que se podem extrair dos órgãos de comunicação social; um deles tem a ver com os tão falados quanto polémicos *rankings*:

- Segundo o *dnoticias.pt*³³, com 2079 exames realizados, a ESFF foi a escola que mais exames realizou no país em 2019 e foi a melhor escola da Região, com média de 11,12 valores. A ESFF foi a segunda escola pública do país com maior número de alunos com notas de 20 valores nos exames nacionais, de acordo com os dados do semanário Expresso relativos ao *ranking* 2018 das Escolas.

³² Fonte: <https://www.dnoticias.pt/madeira/escola-secundaria-francisco-franco-debate-a-crise-e-o-futuro-da-uniao-europeia-AY2881736>

³³ Fonte: <https://www.dnoticias.pt/madeira/francisco-franco-e-a-segunda-escola-publica-do-pais-com-mais-vintes-IJ4380974#>.

- Já no *ranking* de 2017, com 26 alunos com nota vinte, a ESFF foi o estabelecimento público de ensino com mais ‘vintes’ no país; no *ranking* de 2018, apesar de ter 28 estudantes com a classificação máxima, a ‘Industrial’ foi superada pela Escola Alves Martins, de Viseu, que teve 34 alunos com nota vinte.
- Sublinhe-se que, além dos 28 alunos com classificação de 20 valores, a Francisco Franco teve ainda 42 estudantes com 19 valores; 67 com 18 valores e 86 com 17 valores nos últimos exames nacionais.
- No *ranking* de 2018 do semanário Expresso, que analisa o desempenho das 522 escolas públicas e privadas, a ESFF apresenta um dos seus melhores resultados de sempre: ocupa a posição 165, tendo melhorado 91 lugares relativamente a 2017. Ao registar uma média de exames de 11,12 valores, a ESFF foi a única escola madeirense a atingir o patamar dos 11 valores.

Estes dados revelam uma tendência que se tem mantido na última década e que tem provocado uma grande procura de alunos aquando das matrículas para o décimo ano, levando a escola aos seus limites físicos e organizacionais. A figura seguinte, que consta da página Internet da ESFF, faz uma alusão ao último posicionamento nos *ranking*.

RANKING 2018

Com 2079 exames realizados, a Francisco Franco foi melhor escola da região, com média de 11,12 valores. A Francisco Franco foi a Escola que mais exames realizou no país.

Francisco Franco - segunda escola pública do país com mais 'vintes' nos exames

- www.dnoticias.pt
- www.jm-madeira.pt
- www.rtp.pt

Eis o gráfico com os resultados das escolas da região.

RANKING 2018 das ESCOLAS							
#	Escola	▲▼ Pos. +100 Provas	▲▼ Pos. Geral	▲▼ Média	▲▼ N.º Provas	Concelho	
1	Escola Secundária Francisco Franco	140 ▲	165 ▲	11,12	2079	Funchal	
2	Escola Básica e Secundária de Machico	286 ▼	322 ▼	10,46	435	Machico	
3	Escola Secundária Jaime Moniz	322 ▼	365 ▼	10,26	1848	Funchal	
4	Escola Complementar do Til - APEL	338 ▲	385 ▲	10,18	403	Funchal	
5	Escola Básica e Secundária Dr. Ângelo Augusto Silva	371 ▼	426 ▼	10,01	152	Funchal	
6	Escola Básica e Secundária Prof. Dr. Francisco Freitas Branco	395 ▲	453 ▲	9,88	143	Porto Santo	
7	Escola Básica e Secundária da Calheta	425 ▼	498 ▼	9,62	185	Calheta (R.A.M.)	
8	Escola Básica e Secundária de Santa Cruz	426 ▲	499 ▲	9,62	155	Santa Cruz	

Figura 15 - *Ranking* da ESFF, patente na sua *WebPage*

Tendo na sua génese o ensino vocacional, não é difícil vislumbrar a gradual diminuição do peso deste tipo de ensino nesta, como em outras escolas secundárias. As razões são de diversa natureza e foram objeto de estudos como os de Rodrigues (2011).

5.2.2. A ESFF e o Ensino Profissional

O ramo escolar do ensino secundário compreende três percursos: o ensino geral/académico, o ensino técnico e o ensino profissional. Em Portugal, qualquer um destes percursos tem, por regra, a duração de três anos e é tutelado pelo Ministério da Educação ou pelas Secretarias Regionais de Educação, no caso das Regiões Autónomas (Rodrigues, 2011).

Ao ensino geral corresponde o tipo de ensino liceal, que visa o prosseguimento de estudos superiores; já o ensino profissional, longe de se organizar “pelo paradigma da continuidade, legitima a sua identidade no paradigma de contexto de trabalho” (*Ibidem*, p. 20).

O ensino técnico-profissional é percebido como uma aprendizagem ao longo da vida, noção que traz forçosamente a questão de igualdade de oportunidades, especialmente para “aqueles que não sentem o mínimo interesse por um ensino secundário amorfo e desligado da vida, que teima em seguir as vias tradicionais, isto é, liceais” (Rodrigues, 2009, p. 35).

A diversificação de modelos tem servido para categorizar alunos, professores, programas, currículos e escolas, o que evidencia a falsa neutralidade do currículo:

“Nele podemos encontrar a hegemonia do currículo académico promovido pelos interesses sociais, relações culturais e ideológicas, que subordinam e marginalizam os outros modelos de ensino secundário. Dentro do seu próprio modelo, o escolar, o ensino secundário exclui pela sujeição os currículos existentes.” (Rodrigues, 2011, p. 18)

A memória liceal do ensino secundário, além de gerar insucesso escolar, origina visões negativas acerca dos outros itinerários de ensino secundário, tidos como menores e socialmente depreciados. Essa depreciação passa pela ideia de que o ensino secundário se inspira numa exigência científica que determina quem deve e quem não deve fruir da educação sendo aqui “que se empobrece o pressuposto da igualdade de oportunidades” (*Ibidem*, p. 22). A transitividade do ensino geral implica que o carácter terminal do ensino profissional seja visto como segunda oportunidade escolar para obter uma equivalência ao ensino secundário.

Mais recentemente, abriu-se às escolas públicas a possibilidade de ministrarem cursos profissionais, ao mesmo tempo que o discurso político aponta uma meta de 50% para a frequência deste tipo de cursos. Apesar da prevalência de uma certa estigmatização, o ensino profissional deve ser entendido como uma via tão válida e nobre como o ensino geral. “É o reconhecimento de que aprender implica heterogeneizar o currículo, isto é,

oferecer vias suficientemente interessantes para aqueles que não se encaixam na normalidade” (*Ibidem*, p. 183).

“Falar de inclusão é recusar a rotulação que limita o homem e o mundo.” (*Ibidem*, p. 181)

Segundo a autora, e no contexto da entrada do ensino profissional nas escolas secundárias, este conceito encerra três dimensões: de um ponto de vista situacional, inclusão refere-se à partilha do mesmo espaço físico pelo ensino secundário regular e pelo ensino secundário profissional; numa perspetiva social, corresponde às interações partilhadas entre os diferentes grupos (professores e alunos); o ponto de vista funcional compreende a componente sociocultural e científica comungada tanto pelos alunos do ensino regular como do profissional.

Ajustar a escola, um espaço dito regular (“normal”), às necessidades de outros grupos (“diferentes”) que antes estavam distantes, não basta para que integração signifique inclusão. Apelando à complacência para com o outro, o diferente, a integração implica uma pedagogia centrada na identidade e não na diferença. Por consequência, ocorre a exclusão e não a inclusão. “Limitarmo-nos a celebrar a identidade e a diferença é como celebrar a vida e a morte, quer dizer, é não compreender que a morte não faz parte da vida (...) e que a diferença não cabe na identidade” (*Ibidem*, p. 182).

Sendo o ensino profissional uma modalidade especial que requer professores com conhecimentos suficientemente sólidos para formar alunos com dificuldades de aprendizagem, pelo menos no ensino regular, Rodrigues considera legítima a seguinte questão: “Foi dada formação aos professores e formadores que leccionavam no ensino secundário?” (*Ibidem*, p. 183).

Por outro lado, segundo dados recolhidos pela autora, em 2004 existia na Europa um equilíbrio na procura do ensino profissional e na procura do ensino académico; enquanto que a média europeia do número de alunos inscritos no ensino profissional era de 54,4%, em Portugal esse número não ultrapassava os 27,9%.

O acolhimento do diferente exige adaptações curriculares, modos específicos de trabalho por parte daqueles que irão operacionalizar o currículo e daqueles que ensinam sem saber que ensinam (...). O currículo oculto tem um poder imenso perante a inclusão e a própria preocupação dos professores com os resultados académicos dos seus alunos são pontos fundamentais para a inclusão escolar (*Ibidem*, p. 184).

A autora enuncia um conjunto de condições que devem alicerçar a educação inclusiva: participação dos alunos no processo de tomada de decisões; atitude positiva no que

respeita à capacidade de aprendizagem dos alunos; conhecimento por parte dos professores das dificuldades de aprendizagem; aplicação competente de métodos de instrução específicos; apoio de pais e professores.

Para que as escolas possam oferecer um currículo que promova a inclusão terá que se apostar “na atitude e nas representações sociais e individuais sobre a ideia de inclusão. A maior resistência está na acção, isto é, alguns agentes educativos são incapazes de aceitar novos desafios curriculares e pedagógicos.” (*Ibidem*, p. 186) Torna-se necessário clarificar os objetivos curriculares no ensino técnico-profissional dentro do mais amplo contexto do currículo nacional, refletir sobre as metas educacionais desta modalidade de ensino de modo a que as diferenças possam ser reconhecidas. Este reconhecimento inclusivo depende fundamentalmente das práticas dos professores na sala de aula, já que tem um efeito sobre todos os alunos, e “só pela inclusão será reconhecido a todos os alunos o direito à igualdade de oportunidades” (*Idem*).

Segundo Azevedo,

a liberdade de escolha aumentou, alargaram-se as hipóteses de realização de um novo percurso de formação (...), há ganhos sociais reais pelo facto do sistema de ensino acolher uma maior diversidade de expectativas pessoais e sociais dos cidadãos. Uma mais alargada e adequada «educação para todos» parece constituir um irrecusável ganho social, face a uma unificação, pretensamente igualitária, que deixava à porta quem não queria ou não podia enfileirar em percursos que elegem como excelentes os saberes académicos e abstractos e que conduzem a certificações que iludem a preparação para o exercício profissional qualificado, deixando milhares de jovens a contos com uma formação livresca e de difícil reconhecimento no mercado de trabalho (1992, p. 41).

Pelo que caberá ao Estado democrático evitar uma mera funcionalização económica do ensino e os riscos do congelamento da hierarquização social, considerando a necessidade de habilitar globalmente os cidadãos para o desempenho dos diferentes papéis sociais.

5.2.3. A Sala de Projetos de Automação e Robótica

5.2.3.1. A génese

O plano original do projeto SPAR lança ideias como a de que, “com a prática, os alunos vejam a electrónica sem tabus e possa despertar em alguns deles o gosto, não antes revelado, por esta actividade” (*SPAR – Projecto 2006/2007*)³⁴. Para além do impacto que poderá causar na comunidade escolar de eletrónica, mecânica, informática e não só, pretende-se projetar a escola na comunidade madeirense para a atualização tecnológica, com uma preocupação ambiental, podendo levar a um aproveitamento das energias renováveis e a uma participação científica a nível nacional.

Como primeiras atividades, surgiam a criação de um robô para participar em eventos nacionais de robótica, a criação de um espaço para o desenvolvimento de aplicações tecnológicas, o desenvolvimento de sistemas elétricos na base de energias renováveis para o ambiente escolar e a execução de sistemas eletrónicos para a gestão de alguns recursos da escola.

Pretendia-se também criar uma sala para programação e desenvolvimento de robôs com a finalidade de participação em encontros científicos a nível nacional – *Robótica 2008* – na categoria de Busca e Salvamento, assim como desenvolver vários projetos tecnológicos a nível de escola.

Clarificava-se que o projeto se destinava ao ensino secundário, tendo como principais intervenientes os alunos de eletrónica, informática e mecânica, podendo haver cooperação interdisciplinar. Desde a sua criação, o seguimento do projeto estaria à responsabilidade de um professor, havendo cooperação e acompanhamento de outros professores das diversas áreas, envolvendo sempre que possível toda a comunidade escolar.

Neste primeiro plano, o responsável declara a ideia central do SPAR: “tentaremos através deste projeto que os alunos aprendam a aplicar os conceitos teóricos adquiridos nomeadamente de electrónica, de mecânica e de informática, em aplicações práticas” (*SPAR – Projecto 2006/2007*).

³⁴ Anexo 1.

As atividades a desenvolver nesse ano letivo incluiriam:

- Configurar e programar um robô para participar no Robótica 2007, com uma equipa de alunos de eletrónica e informática;
- Criar um robô para participar no Robótica 2008, com uma equipa de alunos das diversas áreas tecnológicas;
- Criação de um espaço para o desenvolvimento de pequenas aplicações tecnológicas;
- Execução de sistemas eletrónicos para a gestão de alguns recursos da escola;
- Laboratório de pesquisa para os alunos das áreas tecnológicas ou interessados em tecnologia.

5.2.3.2. Arranque definitivo do projeto, em 2007

Embora as primeiras diligências se tenham iniciado em 2006, formalmente, o projeto SPAR só foi aprovado e só iniciou a sua atividade no ano letivo seguinte. O documento *Relatório Final do Projecto SPAR - 2007/2008*³⁵, contém na sua introdução a seguinte frase inspiradora: “A maior jornada começa por um passo.”

Os objetivos esboçados nos planos anteriores figuram novamente neste primeiro relatório:

- É necessário e fundamental que se aposte cada vez mais em políticas de incentivo e apoio à ciência.
- É pela ciência e com a ciência que conseguiremos aumentar os níveis de produtividade e sobretudo racionalizar pensamentos e atitudes.
- Neste enquadramento, as novas tecnologias são fundamentais na prossecução dos nossos propósitos para que possamos enfrentar com competitividade as dificuldades que se avizinham.

Ao referir-se aos participantes deste primeiro ano de atividade do projeto, o coordenador menciona alunos dos cursos vocacionais de Informática, Eletrotécnica/Eletrónica e Artes.

³⁵ Anexo 2.

Entre as diferentes atividades realizadas, o relatório refere várias demonstrações de robótica, um *workshop*, um concurso, e a participação no Festival Nacional de Robótica 2008, na cidade de Aveiro.

Para a aquisição de algum material foi providencial uma verba proveniente do programa *Ciência Viva*. Faz parte deste primeiro lote de material adquirido o primeiro robô do SPAR, o *RP6*.

Como atividades para o ano letivo seguinte, o coordenador do projeto avançava o seguinte:

- Criar, configurar e programar um robô para participar no Robótica 2009, com uma equipa de alunos das diversas áreas tecnológicas.
- Criação de um espaço para o desenvolvimento de pequenas aplicações tecnológicas.
- Execução de sistemas eletrónicos para a gestão de alguns recursos da escola, nomeadamente o relógio da escola.
- Laboratório de pesquisa para os alunos das áreas tecnológicas ou interessados em tecnologia.
- Espaço para os alunos desenvolverem projetos de fim de curso nas áreas de Eletrónica, Informática e Novas Tecnologias.
- Demonstração de Robótica em escolas da região.
- Concurso de Robótica com outras escolas.

5.2.3.3. O símbolo do projeto SPAR

Foi neste primeiro ano de funcionamento do SPAR que surgiu a necessidade de uma imagem identificadora do projeto, um símbolo. A carroçaria do *RP6*, o primeiro robô do SPAR, é de pasta de papel e foi feita por um dos primeiros membros do SPAR.

Este robô é tão marcante para o projeto que constituiu durante largos anos a sua imagem de marca; efetivamente, o seu logótipo inspira-se numa imagem estilizada deste veículo.



Figura 16 - Robô RP6

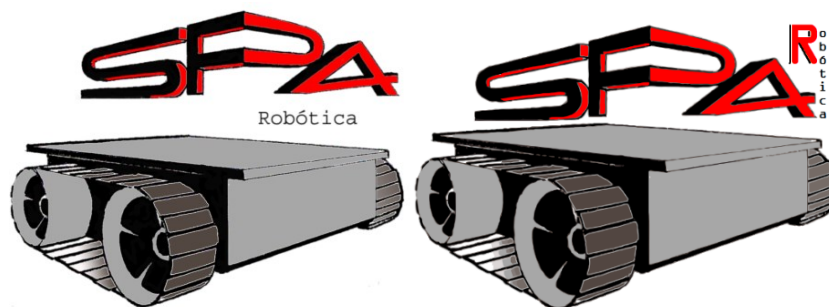


Figura 17 - Primeiro logótipo do projeto SPAR

Quem fez o desenho foi um habilidoso aluno do Curso de Artes, tão habilidoso quanto desatento, já que esqueceu a letra R na sigla SPAR. Este curioso episódio veio à luz do dia quando o orgulhoso estudante enviou o logótipo já concluído ao coordenador do projeto (figura da esquerda) e foi então que a surpresa da alteração do nome para SPA deu origem, acredito, a umas boas gargalhadas, e a um satisfatoriamente improvisado “remendo” no logótipo, bem visível na forma como surge a palavra «Robótica», no canto superior direito.

Durante largos anos foi esta a imagem do projeto e só em 2016 o SPAR lança um concurso para o seu novo logótipo. O júri escolheu a nova imagem do projeto que passou a ser a que se mostra na figura seguinte.



Figura 18 - Novo logótipo

5.2.3.4. Consolidação do projeto

O relatório do ano letivo 2011/2012³⁶ começa com uma citação de Steve Jobs, “Inovação distingue um líder de um seguidor”, que permite identificar um dos principais propósitos do responsável do projeto, a inovação.

Na introdução do citado relatório, refere-se que:

As atividades extracurriculares constituem um meio e um espaço de extremo enriquecimento e de mais-valia para aqueles que nelas participam e, quanto mais apelativas forem, mais apetecidas serão. E se a motivação dos nossos jovens para uma área tecnologicamente avançada é enorme, a existência do Projeto Robótica nesta escola, que, no presente, aposta cada vez mais no futuro, oferece a todos os interessados essa experiência e contribui também para o desenvolvimento da investigação na área da robótica e da automação.

Apesar da não obrigatoriedade, é nosso dever contribuir de forma que se valorize a Comunidade Escolar. O projeto iniciou em 2007/2008 e ao longo destes anos têm vindo a desenvolver atividades de carácter extracurricular, desenvolvendo-se num laboratório da escola. O horário de trabalho é de acordo com a disponibilidade dos alunos e professores.

O grupo é composto por alunos da escola entusiastas pela eletrónica, informática e mecânica, sob a orientação de alguns professores.

Mais adiante, o responsável pelo projeto revela a opção pedagógica do SPAR: “Com um espírito construtivista, o grupo pretende aprofundar as competências dos alunos, adquiridas em sala de aula, valorizando sempre o trabalho realizado por estes e enaltecendo o trabalho por outros realizado” (SPAR – Relatório 2012/2013).

No que respeita aos objetivos do projeto, é novamente referido que *é pela ciência e com a ciência que conseguiremos aumentar os níveis de produtividade e sobretudo racionalizar pensamentos e atitudes*, palavras repetidas que já mereceram breve comentário; vê-las surgir anos depois, noutra relatório, *ipsis verbis*, só pode ter um significado e não é o desejo de o coordenador reafirmar uma ideia em que acredita sobremaneira; se bem o conheço, se bem entendo a sua pouca apetência para este tipo de

³⁶ Anexo 3.

atividades pouco estimulantes como redigir relatórios de atividades trimestrais, trimestre após trimestre, e relatórios de atividades anuais, ano após ano, parece-me que cedeu à tentação do *copy-paste*, ironicamente logo ele, uma das pessoas mais inovadoras que eu tive a honra de conhecer!

Já me tendo apercebido desta pouca aptidão do Jorge, achei que era meu dever tentar coadjuvá-lo nestas tarefas em algumas ocasiões em que é preciso redigir uns parágrafos ou umas páginas seja para que efeito for. Eu sei que estas tarefas tendem a roubar-lhe a criatividade, além de tempo, e, assim, dividida por dois, a tarefa torna-se menos fatigante e, quiçá, menos enfadonha.

Depois deste aparte, voltemos aos objetivos identificados nesse ano pelo coordenador:

- Pretendemos com o trabalho desenvolvido oferecer a todos os interessados uma experiência nas áreas da robótica e da automação, incentivando à investigação das ciências.
- O desenvolvimento de projetos para a participação em eventos na área da robótica, a nível nacional e regional e apoiar a elaboração de trabalhos desenvolvidos por alunos da escola é também um objetivo que tentamos levar a cabo em cada ano letivo.

Como atividades a realizar neste ano letivo, apontavam-se “a criação de uma equipa de alunos capaz de desenvolver os projetos para a participação em competições nacionais, demonstrações a nível regional e dar apoio ao desenvolvimento de outros projetos a nível de escola.” O [*filme institucional*](#) do SPAR ilustra a sua atividade deste ano.

Objetivo principal do grupo:

- ✚ Contribuir para o gosto pela ciência, investigação e conhecimento dos nossos alunos;
- ✚ Criar, configurar e programar robôs para participar no *Robótica 2012*;
- ✚ Criação de um espaço para o desenvolvimento de pequenas aplicações tecnológicas;
- ✚ Laboratório de pesquisa para os alunos das áreas tecnológicas ou interessados em tecnologia.

Nos anos seguintes os projetos desenvolvidos no SPAR cresceram em número e em complexidade, o espaço foi sucessivamente remodelado e os relatórios foram-se tornando mais sucintos, como demonstra a parte relativa aos objetivos para o ano letivo 2015/2016, tal como consta no respetivo relatório³⁷:

- Pretendemos com o trabalho desenvolvido pelo projeto SPAR, oferecer a todos os interessados uma experiência nas áreas da eletrónica, informática, robótica e automação, incentivando à investigação das ciências, contribuindo também para a formação da personalidade dos alunos participantes.

Em contrapartida, a lista de projetos é extensa³⁸:

- Montagem de robôs *NXT Mindstorms* da Lego:
 - Robôs futebolistas - [Futebolista](#), [Chuto](#)
 - Robô *NXT Segway with Rider* - [Segway](#)
 - Robô para resolução do *cubo de Rubik* - [Rubik](#)
 - Robô alpinista – [Alpinista](#)
 - Robô classificador por cores - [Classificador](#)
- *Futebomni* – robô omnidirecional para participação em futebol robótico
- *ESFFactory* – robô para trabalho em ambiente fabril
- Mesa interativa – interação com os objetos colocados sobre ela - [Mesa](#)
- Impressora 3D – melhoramento da impressão - [3DP](#)
- Identificação e controlo por *RFID*³⁹ – acessos e abertura de portas com cartão
- *Robofish* – robô para o transporte de pescado
- Adaptação do robô *Beatle* – robô para observação marinha - [ROV](#)
- Braço robótico
- Concurso para o novo logótipo do SPAR
- Nova página *Web* do SPAR
- Elaboração de *Newsletter* trimestral
- Manutenção da página do Facebook

³⁷ Anexo 4.

³⁸ Para alguns destes projetos, podem ver-se clipes de exemplo.

³⁹ RFID: *Radio Frequency IDentification* – identificação por radiofrequência.

Além destes projetos, o SPAR realizou diversas demonstrações de robótica em escolas básicas e secundárias do Funchal e teve várias participações em eventos regionais ligados a ciência e tecnologia.

Como resultado do trabalho desenvolvido no robô submergível *Beatle*, em parceria com o Observatório Oceânico da Madeira (OOM), dois alunos e o coordenador do projeto participaram na demonstração do sistema no evento EDUROV's, promovido pelo consórcio PLOCAN, na Cidade de Las Palmas – Canárias.

5.2.3.5. A sala do SPAR

No primeiro ano de funcionamento, a sala do SPAR era onde o coordenador encontrava espaço livre para trabalhar com os três ou quatro alunos que tinham aderido ao projeto; com pouquíssimo material e sem uma sala atribuída, os participantes iam desenvolvendo a sua atividade nas oficinas ou nos laboratórios que estavam livres nessas horas.

Numa segunda fase, conseguimos libertar um espaço contíguo ao laboratório de eletrónica, uma pequena arrecadação, e foi aí que o SPAR funcionou, ocupando algum espaço do laboratório sempre que necessário.

Entretanto, com mais equipamentos, mais projetos em desenvolvimento e com a necessidade de criar condições ambientais mais favoráveis ao trabalho dos participantes, conseguimos que o SPAR passasse a ocupar a sala contígua ao laboratório, geralmente utilizada para aulas teóricas.

Com a instalação do tanque para o submergível, pista para robôs de busca e salvamento/condução autónoma e acomodação de outros equipamentos e posições de trabalho, rapidamente se necessitou de promover a troca de espaço com o laboratório de eletrónica, no final de 2016.

Esta solução funcionou durante algum tempo, até 2018, mas o fulgurante crescimento do SPAR levou a que se tomasse a radical decisão de transferir o laboratório de eletrónica para uma outra zona e, conseqüentemente, fosse possível libertar todo aquele espaço para a criação da atual ampla sala do SPAR. A sua nova configuração oferece oito postos de trabalho dotados de computador com ligação à Internet e espaço suficiente para manipular diferentes sistemas e equipamentos.

A sala dispõe de diferentes espaços técnicos especializados que permitem aos participantes realizar tarefas como soldadura, impressão 3D, testes e medidas com aparelhagem eletrónica, entre outras.

Esta nova configuração permite uma melhor organização do já impressionante leque de equipamentos, acessórios e materiais de todas as categorias que se possam imaginar e que são úteis e comuns em espaços com as características mistas de laboratório e oficina como é o SPAR.

A figura 19 mostra a evolução dos espaços ocupados pelo SPAR, desde a fase inicial com o espaço 1, fase seguinte com os espaços 1+2 e, na configuração atual, 1+2+3.

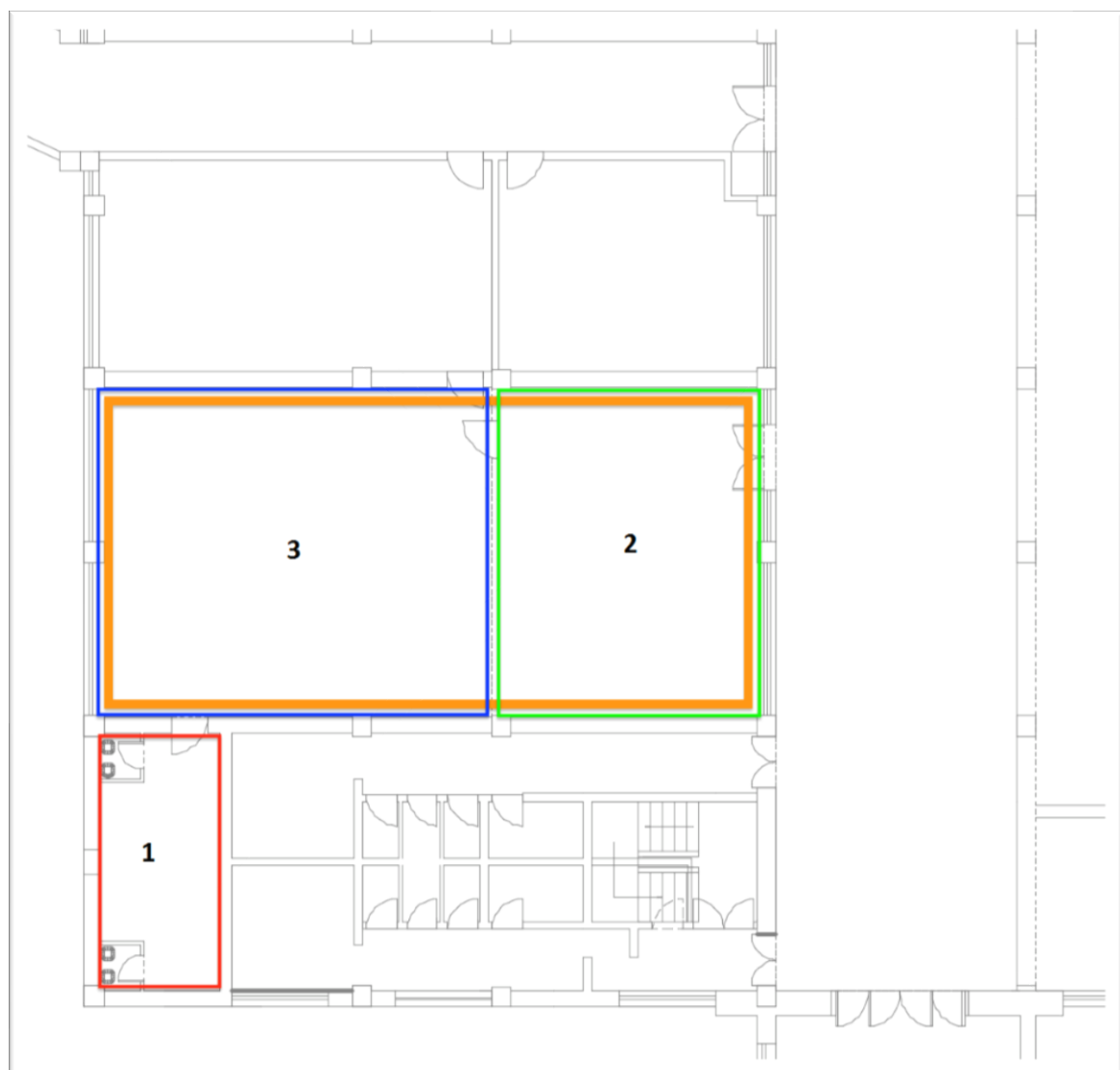


Figura 19 - Evolução dos espaços ocupados pelo SPAR

5.2.3.6. Funcionamento e viabilidade de observação

A generalidade dos Clubes, Núcleos e Projetos escolares (CNP) que conheço funcionam com base em atividades pré-estabelecidas decorrendo em dias e horários bem definidos. Por exemplo, o Clube de Música tem o ensaio do seu grupo de vozes todas as quartas-feiras às quinze horas; já o seu grupo de jazz ensaia às quintas-feiras às vinte horas. Este tipo de funcionamento, com mais ou menos flexibilidade, é comum a todos os CNP; a todos exceto ao SPAR. De facto, o SPAR funciona de forma bastante diferente: não tem este tipo de horário de funcionamento porque não tem qualquer tipo de atividade pré-estabelecida. Sempre que um participante ou um pequeno grupo de participantes (alunos) querem desenvolver algum trabalho no SPAR, algum elemento da equipa coordenadora abre-lhes a porta e, caso tenha disponibilidade, acompanha-os durante todo o tempo possível. Os “horários de funcionamento” do SPAR são totalmente flexíveis e, durante grande parte do ano letivo, dependem apenas da vontade e disponibilidade dos participantes; se quiserem trabalhar, têm sempre a porta aberta.

Desta breve caracterização do funcionamento do SPAR, já se pode adivinhar uma primeira consequência direta para o trabalho de campo: quem investiga não tem qualquer controlo sobre o tipo de atividade que vai encontrar num determinado período de observação, nem sabe ao certo que participantes estarão presentes e, como veio lastimosamente a constatar em diferentes momentos, também não há certeza absoluta de ter algum participante para observar no período em que se disponibilizou para a observação; pela mesma razão, o que esperaria poder observar num determinado momento pode já ter ocorrido muito antes, já que a atividade ocorre sempre que os participantes tenham tempo e vontade e não nos momentos em que o observador está presente! Dito de outra forma, um observador, ainda que muito disponível, apenas terá acesso direto a algumas amostras da atividade dos participantes do SPAR.

Foi esta a realidade com que me deparei: momentos havia em que ia ao SPAR e nada acontecia; dias depois, abordava algum participante e deparava-me com enormes dificuldades em entender, ainda que superficialmente, o que ele tinha feito e aprendido no curto tempo que mediou o anterior momento de observação. Ao multiplicar esta dificuldade por quatro ou cinco participantes envolvidos em dois ou três projetos distintos, o leitor não chega a um resultado quantificável, mas deve ficar com uma ideia da dimensão do problema com que me deparei; foram meses de alguma frustração neste

esgotante esforço de recolher informações sobre a evolução de todos os projetos em desenvolvimento no SPAR.

A tarefa era impossível de prosseguir nesses termos: em primeiro lugar, porque era impossível conhecer todos os detalhes da evolução de projetos cuja tecnologia eu apenas conhecia superficialmente; em segundo lugar, porque a natureza de funcionamento do SPAR não permitia, de facto, uma observação contínua sustentável para um observador com as limitações que eu tenho, e que são as limitações normais de um ser humano, logo, desprovido do dom da ubiquidade. A determinação em estudar e documentar o projeto SPAR não esmoreceram tanto quanto o meu ânimo e foi necessário algum tempo para assumir que a observação seria necessariamente baseada em amostras, as que fossem possíveis e as que fossem necessárias para entender se estava ou não em condições de levar a cabo o meu propósito primeiro – descrever fielmente aquela realidade.

Foi como que reiniciar o processo, no que às observações diz respeito. O horizonte temporal tornou-se menos nítido, já que não tinha a mínima noção do tempo necessário para, nestas condições, poder afiançar ter suficientemente observado aquela realidade, ainda que com base em amostras. Quantas amostras seriam necessárias? Quantas sessões de observação teria que realizar para poder afirmar que tinha já alcançado o desejado nível de conhecimento? Sabia que não havia fórmula para me dar um número concreto nem sequer uma aproximação; tive que fazer o caminho e esperar que o conhecimento obtido algum dia me permitisse concluir que já tinha recolhido o número suficiente de amostras para poder reconstituir com elevado grau de fidelidade a realidade em estudo.

O momento para dar por concluída a observação deixou de ser uma data objetiva, passou a ser a expectativa de uma mudança de estado no progressivo conhecimento adquirido. Por mais subjetivo que pareça este princípio, foi com ele que tive que avançar nesta etapa do trabalho.

Essa mudança de estado, a noção de ter alcançado um determinado nível de *saturação de dados* e, cumulativamente, ter assegurado a presença da *diversidade dos sujeitos e das situações de estudo*, levou-me a sentir saciada a necessidade de mais informação no final do terceiro período de oito meses de observação, coincidindo com o acompanhamento de um pequeno grupo de participantes por igual intervalo de tempo.

5.3. Forma de exposição da informação – ainda uma questão de método

Nesta secção, justifico, tanto quanto me é possível, uma questão de método no que à opção de apresentação dos resultados da investigação diz respeito. Esta questão da forma final de apresentação dos resultados das observações realizadas e da informação delas resultantes consumiu longas horas, com avanços e recuos, tentativas logo abandonadas e outras que nem sequer tiveram a oportunidade de se manifestar. Porquê esta hesitação e este esforço? – É que há um elemento fundamental na contenda que não se pode manifestar neste momento, mas irá estar presente quando a batalha estiver concluída. E é por esse essencial elemento que a batalha tem que ser ganha, pelo leitor. É por quem tiver que ler, ou por quem quiser ler esta tese, que o autor tem de fazer tudo ao seu alcance, mesmo tudo, para lhe facilitar a leitura e compreensão do que aqui se pretende expor. É o mínimo que pode fazer, e que deve fazer, por quem o autor deste trabalho só pode sentir gratidão, além do devido respeito, evidentemente. É em abono do respeito pelo futuro leitor que o autor desta tese vai tentar encontrar a que, na sua pobre escrita, será a menos má para transmitir o que de realmente importante observou e refletiu nestes anos de trabalho investigativo. Não havendo qualquer interesse em listar todas as opções que se manifestaram, creio ser oportuno referir as que mais consistentemente foram ensaiadas:

Relato cronológico sequencial

Uma das possibilidades mais fortes, a que então atribuí a designação de *relato cronológico sequencial*, parecia ser a que reunia mais consenso na contenda. Fazia todo o sentido que, tendo sido realizadas observações ao longo do tempo, de forma sequencial (haveria outra forma?), se expusesse o que observou também dessa mesma forma.

O problema é que são muitos projetos e muitos participantes em simultâneo; foi um longo período de observação em que os mesmos protagonistas surgem durante um, dois ou três anos e, durante esses mesmos três anos, outros protagonistas entram ou saem de cena em diferentes momentos. Fazer uma descrição cronológica sequencial minimamente representativa destes três anos seria possível, creio que sim, mas tenho sérias dúvidas que alguém a conseguisse ler do princípio ao fim e que, depois desse esforço, lhe restasse alguma frescura e tempo para refletir sobre tudo o que leu. Foi por isso que esta ideia, embora sedutora numa primeira fase, foi conscientemente descartada em favor de outra mais favorável ao autor e ao futuro leitor.

Foco no projeto

Uma das primeiras e mais fortes possibilidades que considerei foi agrupar as exposições em torno dos projetos mais importantes do SPAR; exemplificando, para o caso dos robôs *Lego Mindstorms*, haveria que reunir toda a informação relevante recolhida sobre todos os participantes que durante os anos em que decorreu a investigação de algum modo desenvolveram algum projeto com um ou mais daquele tipo de robôs. Assim, teríamos uma primeira narrativa sobre três anos de experiências de um número considerável de membros do SPAR e toda a discussão que essa narrativa viesse a despoletar; de seguida, poderíamos ter um segundo projeto agregador, a impressora 3D, por exemplo, e repetia-se o processo tendo como foco este outro projeto do SPAR. Tinha já antecipado sete grandes projetos e uma discussão final que, muito provavelmente, tentaria fazer a síntese das discussões precedentes. Contudo, quanto mais avançava na redação deste capítulo, maior era a resistência interna que ia experimentando. As outras opções, aparentemente adormecidas, forçavam um recuo tático.

Foco no participante

Eliminadas todas as outras opções, sendo as duas referidas anteriormente as mais sérias candidatas – foco na sequência e foco no projeto – falta referir a que mereceu a preferência do autor. Depois de muito refletir sobre esta questão, a noção fundamental que dirigiu a minha reflexão foi a seguinte: *o que fundamentalmente me seduz é descobrir e mostrar como cada uma destas pessoas se sente aqui no SPAR, o que as trouxe até cá, por que razão aqui se mantêm, o que fazem sozinhas ou acompanhadas, de que ajudas dispõem para concretizar os seus projetos*. São as pessoas que me interessam, não são apenas os projetos em si. Quero saber também, tanto quanto possível, o que elas levam daqui quando já não forem alunos da escola, quando já não forem membros do SPAR. Dito isto, depreende-se que, após tanto tempo de observação e tantos dados recolhidos, parece que ainda quero saber mais alguma coisa. Reconheço que este *querer saber mais* não é assim tão inédito; difícil será para o autor superar as suas próprias limitações no esforço de alcançar esse conhecimento suplementar.

Entretanto, fui paulatinamente aprendendo com a prática investigativa e os frutos dessa aprendizagem revelaram-se determinantes no processo de tomada de decisão, nesta fase do estudo; tentemos resumir diferentes aspetos que tive que refletir antes da tomada de decisão final no que respeita à questão da forma de apresentação dos resultados:

- O investigador deve descrever um ambiente de aprendizagem, o SPAR;
- O período de observação é longo;
- Quer os participantes, quer os projetos em curso, são em número elevado;
- Os projetos são de complexidade elevada ou muito elevada;
- Os projetos envolvem tempos longos de desenvolvimento (anos);
- O funcionamento do SPAR é praticamente contínuo;
- A observação é, forçosamente, descontínua;
- Existem períodos em que vários participantes desenvolvem atividade;
- Existem períodos em que apenas um ou dois participantes desenvolvem atividade;
- É frequente surgirem novos projetos;
- É frequente o SPAR acolher novos participantes;
- É frequente o SPAR ter solicitações externas não previstas.

A lista poderia abranger alguns itens mais, contudo, já se depreende que o ambiente de aprendizagem a descrever é complexo e que o investigador não esteve sempre lá a observar tudo; por outro lado, teve tempo bastante para refletir sobre o dinamismo desse ambiente e sobre a melhor forma de o tentar relatar. Tentar descrever o quotidiano do SPAR, num período contínuo de tempo, já vimos que seria impossível; descrevê-lo com base numa sucessão de quadros descontínuos, mas que, mesmo assim, tentasse mostrar o seu dinamismo, pareceu vir a resultar numa mera fita impressionista sem valor científico.

Assim, o que tive que fazer foi afastar-me o suficiente do enorme painel de dados que recolhi, até conseguir reconhecer um conjunto significativo de padrões. Depois, aproximando-me novamente dos dados, tentei construir mosaicos individualizados que permitissem uma análise aprofundada. Fiz este trabalho tantas vezes quantas as que foram necessárias e úteis para a investigação, descartando em definitivo informação irrelevante, num processo de redução de dados.

Capítulo 6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA INVESTIGAÇÃO

A concisão é a essência da inteligência

Umberto Eco

6.1. Síntese do primeiro período de trabalho de campo

Partindo dos registos das observações então realizados, reorganizadas e mescladas com dados obtidos de diferentes fontes como planos e relatórios de atividades, notícias em órgãos de comunicação social, fotografias e registos de vídeo, entrevistas, notas soltas e reflexões, elaborou-se uma descrição narrativa designada por *Registos de Campo* (Apêndice 3, documento *Ap_3_RegistosCampo*). Com base nesses registos multimédia, descrevo como conheci os participantes durante os três grandes períodos de observação, explico resumidamente cerca de uma vintena de diferentes projetos em desenvolvimento e refiro diferentes eventos em que o SPAR participou; o documento refere, ainda, diferentes momentos de reflexão, como é prática habitual da observação participante.

Os períodos de observação sistemática permitiram, em síntese, recolher um conjunto de dados dispersos que, uma vez agregados e devidamente sistematizados, facilitam com alguma segurança constituir um inventário preliminar do conjunto de características particulares da cultura em estudo:

- O SPAR é essencialmente um espaço onde os participantes trabalham de forma efetiva em algo cujo *significado e necessidade* compreendem;
- Este é um projeto de frequência *voluntária* e aberto a novos membros e novas ideias de trabalho em qualquer momento;
- Os participantes desenvolvem quer *projetos pessoais*, quer projetos promovidos pelo coordenador do SPAR;
- O coordenador incentiva fortemente a noção de *aprender fazendo*;
- Progressivamente, os participantes vão assimilando o *valor pedagógico das tentativas falhadas* bem como da *persistência* em superar as dificuldades;
- O coordenador apoia os participantes sempre que necessário, permitindo-lhes dar saltos qualitativos na *autonomia* para aprender e fazer coisas novas;
- Os participantes têm ao seu dispor uma imensidade de *recursos tecnológicos*, tais como computadores com ligação à Internet, equipamentos e ferramentas, componentes diversos, bem como diferentes tipos de robôs;

- As aprendizagens apoiam-se fundamentalmente no trabalho dos participantes, na pesquisa individual ou em *pequeno grupo* e no apoio direto do coordenador;
- No SPAR vive-se um *ambiente descontraído* e os participantes sentem que se podem manifestar em *liberdade e sem julgamentos*;
- Em certos casos, os participantes tendem a *captar amigos e colegas* de turma para o projeto em que estão empenhados;
- Os participantes atribuem dois significados particulares às suas vivências no SPAR – por um lado, *valorizam as aprendizagens* alcançadas ou as que antecipam alcançar a curto-prazo, por outro, *apreciam as emoções e os sentimentos* experienciados na relação com outros membros e com o coordenador do projeto.

O clipe [GrupoSPAR2016](#) mostra uma boa parte dos participantes trabalhando nos seus projetos; de notar a forte presença de computadores enquanto ferramenta de trabalho. As posições de trabalho sugerem um disposição em ilha, enquanto as zonas técnicas se encontram na periferia. Esta sala corresponde à zona 2, como referido na secção 5.2.3.5.

Sem querer desvalorizar nenhum dos outros achados, há que sublinhar um deles, já que há indícios sólidos do significado partilhado da noção de *tentativa e erro*:

- ✚ No SPAR, os aprendentes são incentivados a experimentar e a falhar. Aqui, o erro não implica penalização nem censura. O erro, a tentativa falhada, assume um valor pedagógico cujo significado parece ser partilhado por todos os participantes. Para tal tiveram que desaprender uma noção muito cara à escola que conhecem: o medo de errar, a ideia da reprovação.

As observações realizadas permitiram igualmente reunir um conjunto de dados que, depois do devido tratamento, produziram informação que contribuiu decisivamente para a definição das categorias de análise emergentes. Assim, ainda que de forma provisória e sem refletir uma ordem totalmente estruturada, parecem emergir as seguintes categorias de análise relevantes para o nosso estudo: razões que podem levar à adesão ao projeto SPAR; características daquele contexto de aprendizagem (características físicas e características de outras naturezas); projetos e seus autores; importância do trabalho conjunto; papel do coordenador; espaço SPAR enquanto rede protetora; aprendizagem pela prática; significado das aprendizagens alcançadas; significado das emoções e sentimentos experienciados.

6.2. A voz e a ação dos protagonistas

A vantagem de ter péssima memória é divertir-se muitas vezes com as mesmas coisas boas como se fosse a primeira vez.

Friedrich Nietzsche

Para dar a conhecer com alguma proximidade os protagonistas que construíram o projeto SPAR, arrisco relatar aqui não apenas as minhas interpretações, mas também os seus próprios entendimentos e relatos na primeira pessoa, mais extensas nos casos do primeiro e do último dos participantes por razões que se tornarão evidentes.

Assim, esta secção contém a narrativa de fatias de vida de sete participantes ou pequenos grupos de participantes do SPAR, contributos de uma ex-professora de dois deles, a visão do professor Carlos Abreu, colaborador e segundo coordenador do projeto, bem como a voz do fundador e coordenador do SPAR, o professor Jorge Monteiro.

O que desejo é que os diferentes quadros que irei sequencialmente apresentar permitam a construção de uma leitura dinâmica do ambiente em que o investigador esteve imerso. Sem talentos reconhecidos nem ignotos na arte da realização, devo esforçar-me no trabalho de artesão, sempre que matéria encontrar e enquanto o entendimento não me escassear.

6.2.1. Duarte – o estudante que nunca estudou

O objetivo dos próximos parágrafos é apresentar o Duarte, um participante de que já se falou anteriormente e que, agora, vai assumir um papel essencial nesta investigação, já que é reconhecido como participante qualificado e altamente representativo do grupo em estudo. Será ele a apresentar-se a si próprio durante alguns minutos; para tal, o investigador afasta-se o suficiente para unicamente deixar espaço para o entrevistador nesse exclusivo papel.

Não foi imediata nem fácil a decisão de utilizar com tal objetivo excertos tão generosos de uma entrevista; estando consciente dos riscos, ao pesar estes e a riqueza que encontrei naquela conversa, tomei esta opção e, assim, transcrevo boa parte do diálogo com o jovem Duarte, à altura com dezoito anos, sem outro mediador que não o código da palavra tal como foi dita.

Tema – interesse em ingressar no SPAR

- *Quando e como conhecestes o SPAR?*

- Foi quando o professor Jorge foi à minha escola, em Santo António; eu estava no nono ano do curso CEF⁴⁰ *Eletricista de Instalações* na escola de Santo António e, quando o professor Jorge lá foi (fazer uma demonstração), vi estes robôs todos e fiquei entusiasmado. Não participei logo porque tinha vergonha, não participei em nenhuma das atividades propostas nessa visita... tinha vergonha! Como gostei daquilo, e me ficou na cabeça, eu depois vim aqui para a Francisco Franco... lembrava-me sempre daquilo (robótica) e vim.

Tema – como é trabalhar no SPAR

- *Conta-me como foram os teus primeiros dias aqui no SPAR*

- Já não me lembro!... Ah!... Fiquei entusiasmado ao fazer uma coluna de som portátil! Foi ideia minha e sim, cheguei ao fim! Está lá em casa, (ri) só que não a uso (ri).

- *Tinhas já alguma ideia para concretizar esse projeto?*

- Foi quase tudo aqui! Fui pesquisando esquemas na Internet (eu já conhecia alguns!) e ia pedindo ajuda ao Professor Jorge. Para as coisas que não sabia fazer como, por exemplo, o circuito impresso, ele ajudou-me... fizemos lá dentro (referindo-se a uma sala contígua àquela em que decorreu esta conversa) o tal circuito impresso; desenhei o circuito impresso no computador, uma coisa que nunca tinha feito. Depois comecei no projeto do robô omnidirecional com o Hugo e o Énio.

- *Alguma vez sentiste desânimo perante as dificuldades de projetos como esse?*

- Não, nem por isso! Só se foi por querer acabar alguma coisa e ter que ir embora nesse dia! (sorri) É preciso gosto pelo que se faz!

- *Quando sentias mais dificuldades, quem te ajudava? Colegas? Professores?*

- Com o professor Jorge!

- *E de que forma é que costumavas solicitar ajuda?*

⁴⁰ CEF, Cursos de Educação e Formação, são percursos formativos organizados numa sequência de etapas de formação; integram quatro componentes de formação: sociocultural, científica, tecnológica e prática.

- Depende de qual é o problema! Por exemplo, quando comecei a fazer o circuito impresso no computador eu nunca tinha trabalhado com aquele programa e ele (professor Jorge) teve que me ajudar a fazer! (ri)

O professor Jorge mostrou-me como é que se fazia, eu ia fazendo e, quando tinha qualquer dúvida, chamava-o, mas não demorei muito até aprender!

Costuma dar pequenas ajudas de cada vez e o resto fica para mim, sim.

Tema – *aprender fazendo, em direto*

- *O Duarte continuava a trabalhar na impressora 3D e eu perguntei-lhe o que estava concretamente a fazer.*

- Estou a desentupir a cabeça da extrusora. Está cheia de PLA⁴¹

- *E esta operação é de rotina?*

O Duarte não me responde, tão concentrado que está a investigar a origem do problema e as possibilidades de resolução. Subitamente, o Duarte enceta um diálogo com o coordenador:

- Professor! A quantos graus, para derreter isto?

- Para derreter o quê?

- Este plástico que está aqui, para limpar isto!

- O ideal é 230, se é para limpar

- 230?

- 230, se é para limpar isso; até podes subir mais... 240, se vires que isso está... Metes o PLA diretamente aí, Duarte!

- Vou limpar ao contrário da broca

- Metes o PLA e empurras mesmo esse (a sujidade)!

- Mas não vai sair!

- Da outra vez acabou... aqueces esse;

- Assim?

- Sim! Direto, sem a outra parte. Ele deve estar a prender no tubo...

- Ele prende aqui mesmo. Está seco, está seco!

⁴¹ O PLA, ou ácido poliláctico, é um dos polímeros biodegradáveis com mais utilizações práticas sendo uma delas a de filamentos de impressão 3D.

- Então, aqueces bem. Como tem essa parte para cima, aqueces aí a 240... 250 e tentas empurrar com PLA; se não sair, então empurras com uma agulha, mas cuidado que não convém arranhar... se arranhares dentro, depois vai ter tendência a...

- E não posso empurrar assim?

- Não convém abusar... olha que isso é ferro com ferro – alguma coisa vai arranhar! Por isso é que convém fazer primeiro com o PLA; só se não der é que tens que arriscar com isso.

- Está bem!

Nesse momento, o Duarte fala diretamente para mim:

- Tenho que esperar que isto aqueça, para tirar o resto do PLA aqui de dentro.

Tema – sobre o ambiente que se respira no SPAR

- Sinto-me bem, a gente brinca... Alguns, não vou dizer que não faço isso (ri): brincar enquanto se está a trabalhar! Se não interferir com o trabalho... Quando é para trabalhar, convém trabalhar a sério. E quando estamos a fazer o que gostamos, ainda mais! Ainda mais a sério.

- Como descreverias o ambiente a alguém que nunca aqui tivesse entrado?

- Brincadeira! (ri) É porreiro, é um bom ambiente, estamos todos concentrados em alguma coisa... se não for a trabalhar é a brincar (sorri).

- Se pudesses, o que mudavas no SPAR? Só perguntas difíceis, Duarte!

- Por acaso... Perguntas difíceis! Não sei... hmmm... Um frigorífico aqui para o SPAR! Que é para passarmos aqui mais tempo.

- Para refrescar as ideias?!

- Não, não... com comer aqui. Enquanto tivermos que comer, podemos trabalhar.

- E então, passavas a vida aqui (no SPAR), era? Não saías, nem para comer, nem para beber... não te importavas muito?

- (Sem hesitar) Não, não me importava!

Tema emergente – revelações sobre a vida esforçada do Duarte

- Tu passas aqui muito tempo; achas que esse tempo te faz falta para outras coisas da tua vida?

- Hmmm... Às vezes... Às vezes saio daqui para ir trabalhar e... e nem sequer quero sair daqui... claro! Sou empregado de mesa; de mesa e balcão. Agora é só ao fim de semana, mas antes era todos os dias – saía aqui da escola às seis e meia e entrava às sete no trabalho; era sair de um lado e entrar no outro! Das sete até à meia-noite, chegava a casa à meia-noite e meia, para me levantar no outro dia e estar (na escola) às oito outra vez.

- *Com esse ritmo, conseguias estudar alguma coisa?*

- Não, não... Eu nunca estudei, também!... (ri, sem alegria) **Só estudei uma vez** para um módulo que eu tinha perdido e tinha que fazer em exame; só estudei única e exclusivamente para esse exame!

- *Qual a razão de trabalhares depois das aulas:*

- É para poder comprar o meu carro. Entrei neste trabalho para arranjar dinheiro para tirar a minha carta e consegui!

- *Consideras esta tua atividade no SPAR também trabalho, além dos momentos de brincadeira?*

- Sim, mas neste trabalho estamos a fazer o que gostamos. No outro trabalho que eu tenho, nem por isso! Sou *barman*, mas não é uma coisa de que eu goste! Quando estamos a fazer uma coisa de que gostamos, é totalmente diferente.

- *Mas lá ganhas dinheiro e aqui não! (riso)*

- Sim... Nesse aspeto, o professor tem razão.

- *Mas isso não te tira a vontade, pois não?*

- Não! (sorriso largo)

Voltando ao tema – sobre o ambiente que se respira no SPAR

Voltando àquela questão, além do frigorífico, mudavas mais alguma coisa aqui no SPAR?

- (Sem hesitar) Que funcionasse ao sábado!

- *Por enquanto não é possível; regra geral, a escola fecha nesse dia.*

- Sim, sim. Por enquanto... Por enquanto. Eu já vim aqui ao sábado!

Tema – sobre a participação no encontro RoboParty

- *Encontros de robótica, por exemplo, participaste em um, não foi?*

- Sim, fui no ano passado a Guimarães

Acordámos às três da manhã para um voo que era às... (hesita) às seis?... Às seis da manhã. Nunca tinha andado de avião e foi espetacular! É uma sensação ótima.

- *Foi um batismo de voo?!*

- Foi, foi! (riso) Foi espetacular!

Fomos daqui para o Porto, é outro mundo, é diferente daqui, é totalmente diferente daqui! Mas, ainda assim, no caminho do Porto para Braga, de autocarro (...) uma seca tremenda... uma hora! Lá chegámos a Braga e depois fomos no carro do professor Jorge para Guimarães... não demorou muito tempo (riso)!

Chegámos a Guimarães e sentámo-nos a uma mesa com outra equipa; já não sei quantas eram, mas eram imensas equipas! À entrada tinham-nos entregado o *kit* do “seguidor de linha” e um cartão para usar no caso de sairmos do pavilhão e usar ao reentrar. Como o *kit* tinha o desenho dos componentes nas placas, começámos logo a montagem: encaixar e, a seguir, soldar; grande parte da soldadura fui eu que fiz! O Roberto fez a montagem das rodas e da placa no acrílico e o Énio também ajudou a soldar. Depois de estar a montagem feita, eles (monitores do evento) deram uma aula de programação para programarmos aquele robô.

- *E apanharam tudo ou quase tudo dessa aula?*

- Apanhámos quase tudo! Faltou a parte mais importante: que era para quando nós participássemos no concurso, estre aspas, para ficarmos apurados para as finais, nós esquecemo-nos de um aparte na programação: esquecemo-nos de que o robô tinha que ter os infravermelhos ativos – a meta tinha infravermelhos, tal como o robô, só que estavam sempre ligados e, quando se desligavam, o robô tinha que começar a andar! O nosso, mal ligávamos o botão, começava a andar! Fomos desqualificados nessa parte, já não fomos apurados!

Depois, enquanto os outros participantes estavam a concorrer para essa prova, nós fomos para essa mesa metemos outra vez a programação no robô, direita (corrigida), pedimos para usar a pista para testar o robô e eles disseram que sim. Fizemos trinta e dois segundos! Se nós tivéssemos ouvido a parte da programação, tínhamos passado para a final!

- *No final, apesar disso tudo, gostaste dessa experiência?*

- Gostei, gostei. É uma experiência a repetir!

Era uma Universidade enorme... enorme! Não tem a ver com esta escola! Deve ter umas três ou quatro vezes o tamanho desta escola!

- *Dava para uma pessoa se perder por lá? ...*

- À vontade! (sorriso)! O professor já foi?... À Universidade do Minho? Enorme! Só para sairmos do pavilhão, que era onde dormíamos e onde montámos o robô, e ir até à cantina onde íamos almoçar... tem, à vontade, um quilómetro e meio... à vontade!

Tema – Papel do coordenador

- *Outro assunto, agora, Duarte: o coordenador do SPAR, também é teu professor, tal como eu... Achas que o professor Jorge é a mesma pessoa aqui, enquanto coordenador do SPAR, e na sala de aula, enquanto professor de uma disciplina?*

- (Rindo, francamente) Não... É outra coisa! Mas, mesmo assim, o professor na sala de aula também não é muito mau!

- *Onde é que está a diferença?*

- Aqui (no SPAR) brincamos mais, mas trabalhamos na mesma. Na sala de aula, shhhh.... Agora não me posso queixar – nesta altura, o professor também já nos conhece e já brincamos um pouco na sala de aula, mas também trabalhamos.

- *Aqui, no SPAR, o próprio professor também às vezes participa um pouco nas brincadeiras, não é?!... Mas na sala de aula não deve estar tão à vontade para isso. Achas que é assim?*

- Sim, é... Mais ou menos isso, é, é!

- *E vocês, tu em particular, também te deves sentir mais à vontade para essas brincadeiras aqui do que nas aulas? (*)*

- Sim... Mas, não sei, não sei! (riso) Não sei se será mais nas aulas! (riso)

- *Ajuda a passar o tempo!... (concluo eu).*

(*) Nota após conclusão da transcrição:

Percebi mais tarde que, devido aos diferentes ruídos na sala, o Duarte percebeu a pergunta como «...deves sentir **mais vontade** para essas brincadeiras aqui do que nas aulas?» e

não a pergunta que efetivamente se formulou: «...deves sentir **mais à vontade** para essas brincadeiras aqui do que nas aulas?».

Assim, a resposta do Duarte tem, evidentemente, um sentido totalmente distinto! Aquela conclusão quase instintiva, a concluir o diálogo, afigura-se agora muito mais consistente do que poderia imaginar: percebe-se que esta é mesmo uma conclusão lógica da entrevista e da observação da história deste e de muitos outros estudantes de Cursos Profissionais com quem tenho trabalhado nestes últimos anos. Para eles, a escola simboliza sobretudo insucesso e até mesmo frustração. Para estes alunos, é muito difícil, se não mesmo impraticável, o esforço que implica o estatuto de estudante; assim, faz muito mais sentido a resposta do Duarte ser esta: tenho muito mais vontade de brincar nas aulas (porque não gosto de aulas); contudo, a pergunta foi «sentes-te mais à vontade para brincar aqui no SPAR do que nas aulas?».

A pergunta não foi bem ouvida, ou percebida, e, uns dias mais tarde, houve oportunidade de esclarecer isso com o Duarte. O facto de eu também não me ter apercebido daquela falha de comunicação acabou por trazer à superfície um dado que, não sendo novo nem desconhecido, é muitas vezes ignorado: para muitos alunos, as aulas não são os locais nem os tempos onde a maioria das aprendizagens ocorre, nem é nas salas assim denominadas que estes aprendentes se libertam de algum estigma ou anticorpo relativamente à escola e aos professores.

Por conseguinte, vêm-se obrigados a estar numa sala de aula, sentados noventa minutos de cada vez, passivos em diferentes níveis, mas muitos deles já sem grande capacidade de esforço pelas atividades propostas pelos docentes que imaginam tudo e mais alguma coisa para criarem atividades práticas que rompam com aquela passividade. Mesmo assim, boa parte destes estudantes continua a não sentir a diferença – ou por estarem mesmo indiferentes ao que se lhes propõe, ou, na melhor das hipóteses, pela força do hábito. Assim, brincar nas aulas, é quase uma necessidade básica, uma defesa do cérebro que não quer adormecer de todo, uma manifestação do espírito juvenil que não suporta noventa minutos consecutivos de silêncio sem que isso seja interpretado como falta de ânimo ou do vigor tão característico aos membros da turma, todos rapazes. Por meias palavras, percebi também que as brincadeiras em algumas aulas, as aulas de “seca”, eram uma forma “inocente” de ajudar a passar o tempo; no caso dos professores cujas aulas eram um “massacre”, o silêncio imposto era uma espécie de “grito de revolta”. Contudo,

estas são questões que estão nas margens da investigação, pelo que não mais sobre elas me deterei.

Análise global desta entrevista

Esta conversa com o Duarte, uma autêntica entrevista em contexto de trabalho, já que ele repartiu a sua atenção entre a tarefa que estava a desempenhar e a conversa que manteve comigo, distribuiu-se por vários temas que interessava aprofundar, em certos casos, conhecer o relato na primeira pessoa e, noutros, deixar ao acaso a descoberta de novas pistas para a investigação.

- ***Hands-on em tempo real***

O diálogo mantido com o coordenador é análogo a muitos outros a que fui assistindo em todo o tempo de observação e participação no SPAR: o aprendiz sente a necessidade de informação e pergunta – o coordenador fornece a dose necessária de informação – o aprendiz avança e percebe necessitar de mais informação, pelo que faz nova pergunta. Este processo repete-se tantas vezes quantas as que forem necessárias, sem que qualquer dos intervenientes se sinta incomodado com isso, nem saturado de informação redundante.

Neste, como em outros momentos, parece quase impossível afastar da imaginação uma imagem que vem sobrepor-se a esta realidade que se tenta observar com a máxima objetividade – a imagem de um construtor zelando de um, de dois, de três andaimes em simultâneo, e garantindo um novo e seguro patamar para cada um dos aprendizes; nos momentos difíceis, é preciso que cada um deles tenha onde se apoiar, antes de alcançar total autonomia para trabalhar por si, lá nas alturas.

- **Sobre o ambiente do SPAR**

Questionado sobre o ambiente do SPAR e como ele se sente ali dentro, o Duarte refere por várias vezes que se sente bem, que brinca e trabalha. Reforça o espírito de grupo ao referir «nós brincamos e trabalhamos», «brincamos sobre as coisas que aqui se passam». Começa a ocorrer-me que, para o Duarte e para os seus amigos mais próximos, também eles membros do SPAR, aquele é um espaço de liberdade onde se sentem bem, onde se sentem felizes ou, pelo menos, evidenciam sinais que parecem indicar uma grande satisfação e realização pessoal.

O Duarte referiu explicitamente oito vezes as palavras “brincar” ou “brincadeira” e pelo menos mais duas vezes a elas se referiu de forma implícita. Esta insistência parecia inconsistente com as observações – de facto, era muito raro ter visto o Duarte ou os seus colegas a brincar no SPAR. Às vezes, gracejavam uns com os outros ou com o professor Jorge, também com o professor Carlos, mas não passava disso, gracejos enquanto trabalhavam. Na maior parte do tempo, era apenas trabalho e mais trabalho, sem que se notasse que alguém estava ali para brincar ou mesmo para utilizar os computadores em jogos, por exemplo. Demorou até entender a significação do termo brincar neste contexto; o código do Duarte era outro, para ele, “brincar” era a possibilidade de poder falar com os colegas ou com o professor, poder levantar-se e utilizar qualquer ferramenta ou outro dispositivo sem que alguém o impedisse ou censurasse. “Brincar” era poder estar numa sala da escola sem ter que estar sentado durante uma hora inteira a ouvir um professor falar de um qualquer assunto. “Brincar” era poder estar na escola e fazer coisas com significado para ele e para os que o rodeavam, quando quisesse, ao ritmo que conseguisse. Os dois desejos de mudança que o Duarte deixa bem claros são, na realidade, apenas um: ter o SPAR sempre aberto, sempre disponível. E porquê? Creio já saber; contudo, por enquanto, a prudência não me permite que essa provisória conclusão transponha a fronteira do pulso... e é inflexível demais essa imposição; será mais prudente esperar por outros dados, outras evidências.

▪ **Memórias da primeira saída da Região**

Tendo esta viagem decorrido há mais de um ano e meio, surpreendeu-me a emoção transmitida pelo tom colocado em cada frase bem como o detalhe da sua narrativa. Sublinham-se sucintamente alguns aspetos desta memória que o Duarte guarda bem fundo e que gostaria de repetir:

- A emoção do batismo do voo;
- O assombro ao ver coisas tão diferentes (paisagem natural e construída);
- O espanto pela imponência da Universidade do Minho;
- O reconhecimento da importância de cada membro da equipa;
- As consequências de um pequeno erro cometido antes da prova eliminatória;
- A genuína alegria patente no seu rosto ao recordar estas singulares experiências.

As figuras 20 e 21 mostram dois momentos da participação na RoboParty 2015: a equipa com o seu robô e o Duarte durante a visita ao Bom Jesus de Braga, respetivamente.



Figura 20 - Equipa SPAR com o seu robô, na RoboParty



Figura 21 - Duarte durante a visita ao Bom Jesus

▪ **Coordenador do SPAR vs professor**

Outro tema que quis abordar com este e com outros participantes do SPAR que simultaneamente eram também alunos do coordenador, era se o professor Jorge se comportava da mesma forma no SPAR e nas suas aulas.

A resposta do Duarte foi muito expressiva:

Não... É outra coisa! Mas, mesmo assim, o professor na sala de aula também não é muito mau!

Parece claro que as marcas do passado de insucesso e de aversão pelas aulas continuam a perdurar (também eu, no meu papel de professor do Duarte o pude comprovar); mesmo o professor Jorge, o sempre disponível coordenador do SPAR, companheiro de brincadeira em tantos momentos, amparo de tantas aprendizagens, guia e parceiro em tantas aventuras que o Duarte apelidou de maravilhosas e que tanto gostava de repetir... e basta que o mesmo professor Jorge mude da sala do SPAR para a sala de aula, o melhor a que pode aspirar no conceito (ou no preconceito) do Duarte é... *não é muito mau!*

Os outros professores, provavelmente apenas por serem professores, terão que ser sempre “muito maus”; este, vá lá, com tanto trabalho no SPAR e por ter alinhado tantas vezes nas suas brincadeiras, “bom” claro está que nunca poderia ser... é professor, não é?!... Professor... Escola... Que outra interpretação se pode retirar? Apesar de tudo, o professor Jorge, não podendo fazer parte dos “bons”, já que é professor, obteve alguma condescendência destes moços que não têm coração de pedra, indulgência essa conquistada a ferros, e, assim, o colocam bem alto no pedestal dos “menos maus”!

▪ **SPAR vs aula**

Intrigado, quis saber onde estava a diferença entre o professor Jorge no SPAR (o *bom*) e o professor Jorge na aula (o *menos mau*).

É esta a síntese da interpretação por trás da resposta do Duarte: no SPAR todos os participantes, incluindo os coordenadores, sentem-se à vontade para brincarem quando têm vontade ou quando sentem essa necessidade, desde que isso não prejudique o imenso trabalho que desenvolvem. Nas aulas (práticas) os alunos que também são membros do SPAR não se coíbem de ter algumas brincadeiras entre eles, com a mesma condição (não prejudicar o trabalho da aula); contudo, nessas condições, o professor Jorge já não se sente tão à vontade para esse momento de descontração.

Parece estar agora bem claro o que o Duarte quis dizer: as mesmas pessoas, mesmo em atividades com muitas afinidades (SPAR – laboratório de automatismos e de robótica; aula – práticas de eletrónica e de instalações elétricas) vivem experiências pedagógicas completamente distintas. Neste ponto, em resumo, podem identificar-se algumas dessas diferenças:

Aula	SPAR
Carácter obrigatório	Atividades de frequência livre
Currículo superiormente determinado	Projetos geridos pelos membros do SPAR
Tempo pré-fixado para cada unidade temática	Tempo depende da disponibilidade e vontade dos participantes
Avaliação do aluno no final de cada unidade temática; conflito latente	Avaliação informal e partilhada
Avaliação negativa implica penalização (não progressão)	O erro não é penalizado
Relação de poder (explícita ou não)	Liderança, apoio, tutoria, cooperação, afetos
Ambiente formal	Ambiente informal
Sala onde é preciso ir para ter aula da disciplina	Local com o qual se estabelece relação de pertença
Tarefas obrigatórias	Coexistência de trabalho e de sonho

Tabela 2 - Ambiente pedagógico na aula vs projeto SPAR

▪ **Trabalho e estudos**

Não é de todo incomum alguns dos estudantes dos Cursos Profissionais (CP) trabalharem ao fim de semana com o pai ou algum outro familiar. Tenho conhecimento de um ou outro caso de alguns estudantes trabalharem para terceiros durante esses dois dias e também nas férias. Ora o Duarte, durante muito tempo, trabalhou diariamente num bar com o objetivo de ganhar dinheiro para obter a licença de condução e, posteriormente, para adquirir um automóvel. O curso que o Duarte frequenta abre-lhe as portas do mercado de trabalho e ele sabe que um dos requisitos mais frequentes nas ofertas de emprego na sua área é precisamente a carta de condução e, por vezes, também veículo próprio; o Duarte sacrifica-se agora para ganhar tempo depois.

Voltemos a esse trabalho e aos sacrifícios que naturalmente ele impõe ao Duarte. O horário dos alunos dos Cursos Profissionais são pesados – quase todas as manhãs e todas

as tardes; praticamente todos os dias estes alunos têm aulas desde as 08:15 às 18:30, com intervalo para almoço das 11:30 às 13:30; às quartas-feiras saem mais cedo, às 16:45. Com muito esforço, o Conselho Executivo e a Comissão de Horários têm tentado tudo para que estes alunos tenham uma manhã ou uma tarde livres, mas não poderão mais do que isso, pela simples razão de estes cursos terem uma carga letiva muito elevada.

Conclusão: Estes alunos passam a semana inteira na escola, com aulas das 8:15 às 18:30, com intervalo para almoço das 11:30 às 13:30; a menos que tenha sido de todo impossível, terão uma manhã ou uma tarde livre. Quanto aos membros do SPAR “recrutados” entre os alunos destes Cursos Profissionais, de que tempo livre poderão dispor para uma atividade tão exigente como esta?

Deve ter sido rápido o cálculo, suponho, já que os números são pequenos! A resposta, na realidade, é muito pouco “aritmética”. Em diferentes ocasiões, já perguntei a vários participantes «a que horas vais estar na robótica?» e a resposta que bate aos pontos todas as outras é «à hora de almoço, professor!».

Voltando à aritmética que estávamos a explorar: é evidente que manter-se no SPAR para trabalhar no desenvolvimento de qualquer projeto envolve, entre outras coisas, sacrifício de tempo; tendo em consideração o tempo letivo consumido pelos *curricula* dos Cursos Profissionais, esse sacrifício assume um significado diferente do que teria se esses alunos tivessem, regra geral, aulas apenas no turno da manhã ou apenas no turno da tarde, mas para aqueles alunos, este tempo livre simplesmente não existe! Eles prescindem do descanso da hora de almoço, prescindem de qualquer outro tempo em que possam não ter aulas, para estar no SPAR, para estar onde gostam e onde acham que precisam de estar.

Tenho frequentemente testemunhado que diferentes participantes do SPAR, uma vez terminadas as aulas, vêm propositadamente à escola para trabalharem em algum projeto. O Duarte fez muitos quilómetros nesse vaivém; nada o obrigava e, no entanto, tudo o atraía – os projetos de impressão tridimensional em que estava envolvido, o desenvolvimento do robô *omnidirecional* (o omnipresente robô!), uma colaboração extraordinária em alguma demonstração de robótica pedida à última da hora, uma ajuda na limpeza ou reorganização do espaço do SPAR... fosse para o que fosse, o Duarte viria sempre com a mesma boa disposição a acompanhá-lo e disponibilidade para trabalhar sem olhar para o relógio.

É difícil escolher as palavras certas para sintetizar este aspeto da participação do Duarte, o da capacidade de conciliação do muito pesado horário letivo (incontornável), com uma participação diária muito ativa e progressiva no SPAR e ainda o necessário trabalho remunerado. À falta de melhor, opto por esta: esforçado.

- **Estudar é?...**

Abriu-se este ponto da discussão referindo dois tópicos que surgiram por acaso ao longo da conversa – trabalho remunerado e estudar.

Vamos ao segundo – estudar (ou não estudar, eis a questão!).

É mesmo esta a questão. Se nos reportarmos a uma das perguntas da entrevista, que veio à conversa a propósito daquela correria de sair da escola às 18:30, entrar no trabalho às 19:00, sair à meia-noite, chegar a casa por volta da meia-noite e meia, levantar bem cedo para estar na escola pelas 8 horas, sair às 18:30 e recomeçar toda esta vertiginosa rotina...

Seria natural que alguém lhe perguntasse se, com aquela vida, teria tempo para estudar! A pergunta era inútil, obviamente. Nem pergunta retórica chegou a ser! Creio, agora, que foi apenas uma manifestação de pasmo pelo admirável esforço daquele jovem estudante.

Acabou de se empregar o termo «estudante». Veremos em breve a razão desta chamada de atenção. Trata-se de um estudante que está a concluir o décimo primeiro ano e que, portanto, está a um ano de terminar o seu percurso no Ensino Secundário.

Voltando à pergunta que não precisava de ser formulada nem respondida (*tens tempo para estudar?*), o que o Duarte revelou logo de seguida foi que, na verdade, nunca tinha estudado; não tinha estudado durante aquele período da vida, com aulas o dia todo e trabalho à noite, mas também nunca tinha estudado rigorosamente nada durante todo o restante percurso de *estudante*. É, pois bastante irónica esta designação quando aplicada a alunos dos cursos profissionais.

Para não ficar a dever nada à verdade, o Duarte precisou que, afinal, tinha estudado uma vez, quando teve que fazer exame de um módulo a que tinha reprovado na avaliação por frequência. *Só estudei única e exclusivamente para esse exame!*

Não é inédito, por isso não me espantei. Um estudante que nunca estudou, parece estranho, não é?... Mas este professor, agora investigador, já ouviu isto em outras conversas com alunos, em diferentes ocasiões e em distintas circunstâncias.

▪ Realização e felicidade

A propósito dos desejos de mudanças no SPAR manifestados pelo Duarte, deixou-se em suspenso uma conclusão, por razões de prudência; ora, o parágrafo anterior resume a evidência que faltava para se estar mais seguro da conclusão que deliberadamente se deixou para momento mais apropriado.

Façamos, então, um breve percurso revendo as três evidências do discurso do Duarte e das suas ações ao longo do tempo.

1 - Durante a entrevista, sobre a questão «o que mudarias aqui no SPAR»:

1.1 - Primeiro momento

- *Se pudesses, o que mudavas aqui o SPAR?*

- Um frigorífico aqui para o SPAR! Com comer, aqui; que é para passarmos aqui mais tempo. Enquanto tivermos que comer, podemos trabalhar!

- *E então, passavas a vida aqui, era? ...*

- (Sem hesitar) Não, não me importava!

1.2 - Segundo momento

- *E que outra coisa achas que poderias mudar aqui na robótica (SPAR)?*

- Que abrisse ao sábado.

2 - Comportamentos observados:

Além de todo o trabalho desenvolvido nos projetos individuais e coletivos, o Duarte é um dos mais entusiastas quando de trata de remodelar o espaço do SPAR, adaptando-o a novos projetos, à entrada de novos membros, a novos equipamentos ou a sugestões de algum dos participantes. Seja qual for a razão e venha de onde vier a ideia, observo sempre nele um entusiasmo que o leva também a aí trabalhar com afinco e, é importante sublinhar, com inegável satisfação.

Concluindo, acumulam-se consistentemente evidências que apontam no mesmo sentido: o Duarte passa grande parte do seu tempo no SPAR, gostaria até de poder almoçar e lanchar ali mesmo naquele local e ir trabalhando sem interrupções que o obrigassem a perder tempo indo a outros locais. Ele gostaria de passar aqui ainda mais tempo, se pudesse, também ao sábado. Quem assim sente, pode concluir-se, é porque efetivamente se sente muito bem naquele espaço, um espaço que para o Duarte é um segundo lar.

Aquela sala representa para este jovem participante e sujeito de aprendizagem um local onde se sente particularmente realizado e feliz.

Triangulação I - o discurso e a ação

É impossível separar em absoluto o que está intimamente ligado, pelo que o investigador se obriga a um constante vaivém entre o presente e o passado recente, entre a entrevista e as observações. Este processo consome tempo, mas, confiemos, irá por certo produzir informação mais consistente sobre a matéria em estudo.

Durante muitas das sessões do primeiro ano de observação, tive oportunidade de ver o Duarte como um dos mais bem-humorados membros do SPAR; apesar de lhe reconhecer um traço de timidez, ali, no ambiente do SPAR, esse traço parecia diluir-se ao ponto da manifestação mínima; sempre brincalhão, criava bom ambiente na sala, sem nunca prejudicar o seu trabalho nem o dos outros. Regra geral, as brincadeiras incidiam sobre o próprio trabalho em que ele e os colegas estavam empenhados e revelavam sempre cumplicidade e até uma certa inocência; nestas brincadeiras até os próprios coordenadores por vezes se deixavam envolver – aliviam a tensão do dia-a-dia, fomentam o espírito de equipa e, neste ambiente de tanta informalidade, creio, é perfeitamente natural que assim seja.

Respira-se ali um ambiente descontraído; brinca-se um pouco, graceja-se de quando em vez, ouve-se música quando apetece e, se isso não incomoda ninguém, deixa-se o que se está a fazer para ir tentar ajudar um colega em dificuldades, enfim parece que se vive de forma natural, em liberdade, e o Duarte vive plenamente isso tudo. Ele tem-se envolvido em diferentes projetos de eletrónica, robótica e impressão 3D; em todos eles contou com as ajudas necessárias e não mais do que essas por parte dos coordenadores do projeto, de pares mais experientes em alguma área e também do David, o iniciador do projeto da impressora 3D. Para um jovem com um percurso escolar até aqui pouco promissor e para quem estudar é um fenómeno raro, como anteriormente já constatámos, há que reconhecer que neste ambiente informal de aprendizagem o Duarte tem aprendido muito, quer em quantidade quer em profundidade, sobre muitos assuntos e quase todos eles de elevado grau de dificuldade.

Triangulação II – outro olhar sobre o Duarte e sobre o trabalho desenvolvido

Na perspectiva de quem o regularmente observou, este participante acumula características especiais, representando como que o superlativo, o mais alto grau de significação em múltiplos aspetos. Senti a necessidade de confrontar a perceção até agora construída, com a perceção de um ator privilegiado, o coordenador do projeto, dada a sua proximidade ao Duarte e aos diversos aspetos da sua atividade.

Sendo impraticável uma observação mais persistente do que aquela que consegui realizar, e sendo o caso do Duarte um dos que mais expressiva e amplamente representa as vivências dos participantes do SPAR, houve que envolver nesta investigação dados obtidos a partir de duas fontes de grande valor: por um lado, acompanhei periodicamente os progressos do trabalho realizado pelo Duarte, tarefa de imensa dificuldade mesmo para quem tem uma noção geral da arquitetura do projeto do robô omnidirecional; por outro lado, e muito para me auxiliar na interpretação das evidências que acabei de referir, contei com a colaboração do coordenador principal do SPAR para me fornecer um mapa de interpretação da realização tecnológica patente no projeto em que o Duarte mais se empenhou, em especial no último dos três anos do curso. Assim, os próximos parágrafos resumem esta análise indireta e assistida do trabalho efetivo deste participante, concomitante com a observação direta realizada no período de observação. Dada a natureza e a fonte privilegiada destes dados supletivos, é de salientar o seu valor para a presente investigação, em particular no aspeto da triangulação de dados e, em certa medida, uma triangulação de interpretações.

Segundo o coordenador do projeto, o Duarte estava no SPAR fundamentalmente para aprender. De tudo o que viveu com este participante, refere que *o Duarte era aquele miúdo que trazia sempre projetos* novos. Durante a sua marcante passagem pelo SPAR, ele trabalhou em paralelo nos seus projetos pessoais e nos projetos de robótica, com especial relevância no robô futebolista omnidirecional, o *futebomni*.

Dadas quer a quantidade, quer e qualidade dos pormenores que o coordenador detém, trazem-se à discussão alguns excertos de uma conversa sobre o Duarte que, felizmente, foi gravada, na convicção do valor intrínseco destas informações decantadas pela memória do coordenador do projeto.

A necessidade absoluta de aprender:

Em tudo o que era eletrónica, o que mais o fascinava no SPAR, ele era uma esponja, absorvia tudo!

Da ajuda inicial à total autonomia:

Para quase tudo precisava de ajuda inicial (...) só precisava de explicar uma vez... fosse para soldar, dessoldar, desenhar placas, fosse para criar desenhos em 3D... tudo em que ele pegava, era uma máquina! Aprofundava em pouco tempo, uma semana ou quinze dias, ia aos mais ínfimos pormenores do programa ou do que fosse... circuito impresso, dominava as técnicas todas do programa! Como no SketchUp de modelagem 3D, aplicava já técnicas avançadíssimas!

Percebia as bases que se lhe explicava, fosse do que fosse, e ele era capaz de ser autónomo para explorar e ir aos pormenores, quer fosse de assuntos de carácter mais prático ou mais teórico.

Sentido de responsabilidade e profissionalismo no trabalho realizado:

Fez placas de circuito impresso à profissional, naquele método mais artesanal, como é óbvio. Ensinei-lhe as primeiras coisas para desenhar o próprio circuito impresso e, num software profissional, já dominava aqueles pormenores para fazer a placa 3D, SketchUp Pro 3D, para modelagem 3D do projeto futebomni. Não era ele que estava responsável inicialmente por isso, mas foi ele que concluiu a modelagem 3D do robô, das placas e dos motores, com todos os pormenores... tudo!

Motivação e capacidade de trabalho excecionais:

No último ano, acabou por fazer o trabalho que competia a um grupo de três alunos!... E sempre com outros projetos, ainda ajudou nas PAP⁴² de outros colegas! Ele, no último ano, fez aí umas quatro PAP! (ri)

⁴² PAP – Prova de Aptidão Profissional, é um projeto prático e a respetiva apresentação e defesa perante um júri que todo o aluno tem de realizar no final do curso profissional para a obtenção de um diploma de qualificação profissional.

No que respeita à organização dos espaços, confirma-se o que tive ensejo de observar:

O Duarte foi sempre também uma máquina na parte da organização! Sendo desorganizado, e sabendo que era preciso organizar... até o armário dos componentes! Passaram lá uma ou duas semanas, já em tempo de férias, a etiquetar todas as gavetas, separar resistências... era ele o líder.

Especialista também noutras áreas, como a impressão 3D:

Ele era ali o auxiliar da impressão 3D. Quando era precisa uma determinada peça, o aluno que estava sempre para fazer e para trabalhar e estava ali a horas, era o Duarte. Todos eles pegaram um bocadinho na impressão 3D, mas o Duarte é que se interessou mais; e o Tiago também.

Sobre o ambiente em que o Duarte e os colegas trabalhavam:

Acho que era um bocadinho pelo ambiente que se criava ali... um espírito de liberdade, de camaradagem. Estavam à vontade e também trabalhavam, como é óbvio, mas não havia ali aquela rigidez de horário, de ter que apresentar resultados no final do dia nem no final do ano... acho que era por isso.

Era assim no SPAR, não nas aulas; estava de livre vontade e a realizar os projetos que ele queria.

Não há aquela obrigatoriedade, aquela rigidez, todos andam ali de forma descontraída, aprendem ao ritmo que eles querem... não há aquela rigidez do número de horas para dar aquela matéria! Estão a fazer o que querem, à hora que querem... acho que tem a ver com isso. Era também pelo prazer de aprender.

Também o coordenador parece identificar no Duarte a superioridade que tanto me impressionou:

O que o Duarte tem de especial é esta entrega dele. O gosto, o gosto!

Basta ver que às oito horas, sem essa obrigatoriedade, o Duarte, lá sempre! Mesmo sem ser preciso. E chegou a sair de lá às onze e meia da noite porque o segurança vinha chamá-lo porque tinha que fechar o SPAR! Era mesmo porque gostava daquilo. Estava ali e gostava de explorar, gostava de aprender... fosse em que área fosse. Tudo o que fosse ligado à tecnologia, à robótica ou à eletrónica!

O Duarte, em todos os trabalhos em que pegava ele surpreendia porque, de facto, aplicava-se ali a fundo. O projeto da PAP era o que envolvia mais polivalência, porque ele trabalhou no projeto dele fazendo o trabalho de três: trabalhava na parte de simulação 3D, na parte de circuito impresso e na parte da montagem eletrónica.

Era pelo prazer de estar ali e de aprender coisas diferentes, coisas novas relacionadas com aquela área. Era a entrega dele! A gente sentia que ele ali estava bem. Sentia-se bem, ali!

A importância das regras compreensíveis:

Penso que tem a ver com o ambiente de trabalho que se cria. Estão à vontade, sabem as regras básicas de comportamento e de respeito lá dentro, mas estão à vontade. O respeito mútuo é a primeira; podiam brincar, mas sem magoar os colegas e sem transgredir o espaço dos outros. A outra é o respeito pelo material que lá está. Era basicamente isso, respeito pelos colegas, respeito pelo espaço e materiais.

Para se ter uma ideia mais clara dos notáveis progressos do Duarte, há que ter uma noção exata e próxima relativamente ao projeto que mais tempo o ocupou. Para isso, tive que ler e interpretar todas as especificações técnicas do robô bem como as apertadas regras da competição para a qual ele esteve a ser preparado⁴³; essas especificações técnicas integram um documento emitido pela entidade organizadora do evento e encontram-se em anexo a este trabalho. Mesmo para um adulto com algum conhecimento da língua inglesa e com sólida formação na área tecnológica, a leitura útil deste documento representa um desafio de relevo. O trabalho de planeamento, projeto, montagem, teste e programação deste robô constituem um projeto de grande envergadura, só possível mediante um grande espírito de entrega e uma enorme disponibilidade de tempo. Em resumo, trata-se de um projeto difícil em qualquer uma das suas fases e exigindo longos meses de desenvolvimento.

Tive imensa dificuldade em acompanhar os desenvolvimentos deste projeto; fi-lo, com esforço e com sacrifício de muito tempo, porque tive a noção de que só se tivesse uma perceção muito próxima da sua complexidade e extensão poderia justificar o meu

⁴³ *RoboCupJunior Soccer Rules*, fornecida no Anexo 8.

interesse crescente no seu principal promotor, o incansável Duarte. Se no décimo primeiro ano o Duarte comunicava sobretudo com as palavras e com a alegria da sua presença, agora, no último ano do curso, transmitia informação sobretudo pelas intermináveis horas de trabalho de elevada complexidade e exigente concentração; não era o discurso o que importava agora analisar, era a ação, o trabalho realizado. Se tivesse que pedir ajuda para compreender esse trabalho, fá-lo-ia quantas vezes fossem necessárias, e assim teve que ser.

O projeto do robô futebolista omnidirecional incluía alguns módulos fundamentais de projeto e execução, como pude averiguar:

- Execução da placa para controlo geral do robô, incorporando:
 - Os infravermelhos a 360°, para deteção da posição da bola no campo
 - Duas placas de microprocessadores – *ChipKit* e *Arduíno Mega*

Principais funcionalidades de cada módulo:

- O microprocessador ChipKit é responsável pelos sensores infravermelhos e envia a informação para o microprocessador Arduíno Mega que, por sua vez, faz o controlo geral do robô. Este microprocessador comunica com o shield de comunicações, o ZigBee (protocolo de comunicação sem fios), a fim de se poder fazer a monitorização no computador, isto é, a facilidade de permitir ter acesso no computador a toda a informação do robô, o que possibilitaria ver, através do computador, o que o robô estava a “ver” através dos sensores de infravermelhos e também dos sensores de ultrassons que, num nível superior, o capacitava a detetar os robôs adversários.
- O Arduíno Mega é ainda responsável pela comunicação com a placa de comunicação dos motores; esta comunicação realiza-se sob o protocolo I2C, os motores estão ligados a esta placa que, por sua vez, estará ligada ao Arduíno Mega. Este microprocessador funciona como o “cérebro” de todo o sistema, já que comunica com a placa de controlo dos motores e controla também a placa ChipKit. Outro sistema importante é a parte da alimentação elétrica de todo o sistema.
- O sistema de controlo do drible da bola, a partir do momento em que ela se encaixa no respetivo espaço no robô, garante que ela dali não vai sair durante a movimentação do robô.

O objetivo da equipa do Duarte seria a execução do *hardware* e alguns programas de teste⁴⁴ para verificar a sua funcionalidade. A estratégia de jogo já não fazia parte do trabalho desta equipa. A equipa era constituída pelo Énio, pelo Hugo e pelo Duarte. A parte do circuito impresso para o Duarte, a parte de simulação 3D de todo o robô competia ao Hugo e a parte dos testes ao robô competiam ao Énio. Estes testes não incluíam a estratégia de jogo, mas sim a capacidade de movimentação.

Por simulação ou modelagem 3D entende-se o seguinte: antes de montar o robô com peças reais, fazer a simulação em desenho 3D de todas as peças de que se irá necessitar de imprimir na impressora 3D e mesmo das que já estavam construídas, nomeadamente, as placas, o Arduíno, os motores, *etc*, e fazer a montagem virtual de todo o robô; em resumo, criar virtualmente um modelo rigoroso do robô. Este modelo poderia, posteriormente, ser utilizado para criar simulações de movimentação e de estratégias de jogo.

Na fase final do projeto, o Duarte conseguiu realizar praticamente todos os testes e apenas não conseguiu corrigir umas poucas falhas detetadas nessa última fase. Na opinião do coordenador, 90% do projeto foi concluído com sucesso. Ainda na sua opinião, este foi um trabalho de grau de complexidade superior; teve muito de descoberta como, por exemplo, o ter de aprender a trabalhar com o *software* de circuito impresso, o *Altium Designer*, e aprender a trabalhar também com o programa de simulação e desenho 3D, o *SketchUp*.

Para aumentar a quantidade de trabalho do Duarte, contribuiu o facto de o Hugo ter deixado o trabalho a meio, já que desistiu do curso, tendo o Duarte que o continuar, assegurando a parte que lhe competia. Este trabalho extra, como é natural, representou uma sobrecarga importante para o já difícil trabalho do Duarte. Devido a algumas limitações, o Énio também não conseguiu completar a sua parte do projeto.

Parece agora completamente justificada e clara a razão de uma das apreciações do coordenador: *No último ano, acabou por fazer o trabalho que competia a um grupo de três alunos!... E sempre com outros projetos, ainda ajudou nas PAP de outros colegas! Ele, no último ano, fez aí umas quatro PAP!*

⁴⁴ Fornecem-se os dois principais programas desenvolvidos pelo Duarte, nos Anexos 6 e 7.

As figuras 22 a 25, na página seguinte, ilustram diferentes aspectos da modelação 3D e a figura 26 mostra o robô com a cobertura física produzida pela impressora 3D com base nos modelos anteriores.

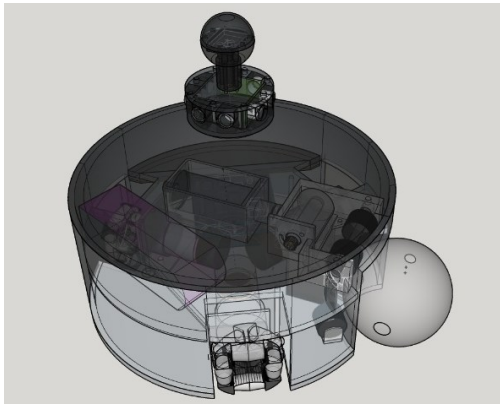


Figura 22 - Modelação 3D - I

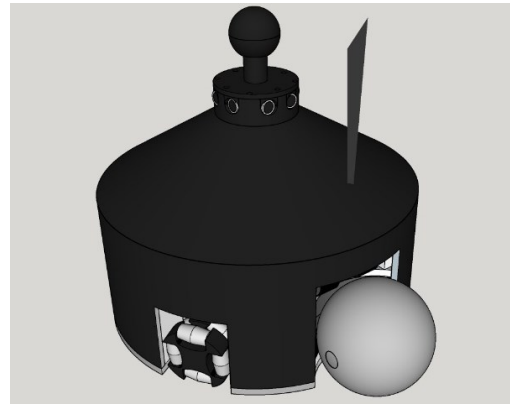


Figura 23 - Modelação 3D - II

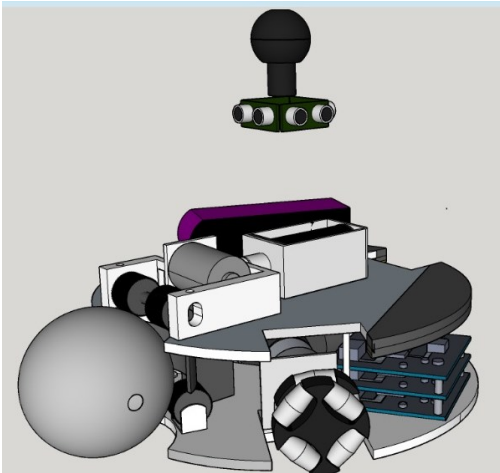


Figura 24 - Modelação 3D - III

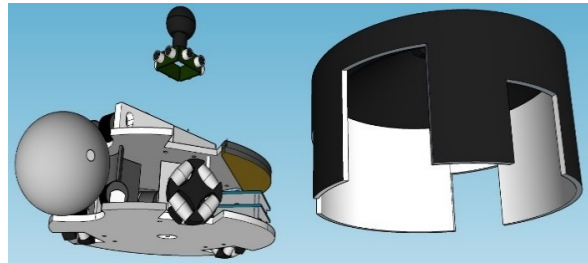


Figura 25 - Modelação 3D - IV



Figura 26 - Robô com as peças produzidas na impressora 3D

O coordenador do SPAR, tendo estudado e acompanhado longamente este projeto, apela à sua capacidade de síntese para fazer uma descrição sumária do projeto de construção do robô “futebolista omnidirecional”, bem como para reconhecer o papel do Duarte em todo o processo:

- Simulação 3D do robô, um projeto para sabermos como o robô ia ficar, onde íamos buscar os cálculos das medidas para desenhar e fazer as peças que íamos imprimir, que estava entregue a um aluno que acabou por desistir.

- Programação das placas Arduino para o robô se movimentar, as rotinas básicas.

- Placa central que se interligava com todos interfaces dos dispositivos – sensores de infravermelho da bola, da bússola, ultrassons, Arduino, o chipKit (na altura, estávamos a usar duas placas – uma para se dedicar à procura da bola e outra para realizar o controlo geral do robô); ele desenhou essa placa toda e ainda entrou um bocado na programação, fez a modelagem 3D, fez a impressão 3D.

O reconhecimento desta dimensão, a quantidade ou extensão do trabalho do Duarte, surge concomitantemente com a dimensão que eu próprio pude aferir pela análise das especificações técnicas do projeto e complementar em diálogo com o coordenador – a profundidade técnica.

Identificámos, então, duas importantes dimensões do trabalho do Duarte: extensão e profundidade – uma remete para o tempo necessário para completar as tarefas, enquanto a outra remete para o elevado nível de complexidade da maioria dessas tarefas. Qualquer uma delas envolve um apreciável esforço mental por parte do Duarte, esforço pouco comum no seu percurso de vida e só possível nas condições muito particulares que o SPAR lhe oferece.

Este participante excedeu em muito todas as expectativas que se poderiam ter sobre alguém com o seu percurso e as suas ambições; às já reconhecidas dimensões do trabalho desenvolvido, acrescenta-se uma outra, apenas identificada no confronto de informações com o coordenador do projeto – o grau de profissionalismo do trabalho executado, atingindo, por vezes, o perfeccionismo. O coordenador, perito na técnica de circuito impresso, usa essa técnica como exemplo paradigmático:

Eu já sabia muita coisa de software de circuito impresso e o Duarte ultrapassou e chegou a explicar-me outras coisas que eu não tinha tido oportunidade de explorar.

Tendo pedido um exemplo concreto, obtive a seguinte resposta:

O software é profissional, ou seja, software que é usado pelas empresas que fazem circuito impresso! São licenças que custam uns sete mil euros. Usamos versões demonstrativas, que têm pormenores que nunca mais acabam, que vamos utilizando conforme precisamos e ele (Duarte) criou a necessidade para ir procurar mais pormenores que, depois, me transmitiu.

Esta necessidade faz todo o sentido para quem está absolutamente empenhado no que faz:

Para tornar a placa o mais profissional possível! Tínhamos ali pistas (do robô omnidirecional) muito reduzidas, pormenores... não é que fosse crucial, mas por uma questão de gosto e de nível de perfeccionismo. Se eu lhe dizia «acho que há uma forma de fazer isto...», ele ia lá e descobria! Não sabia ainda como fazer, mas passada uma semana ele descobria como fazer (ri).

As imagens que se seguem evidenciam dois aspetos do design final do Duarte, a própria placa, bem como o robô já montado.

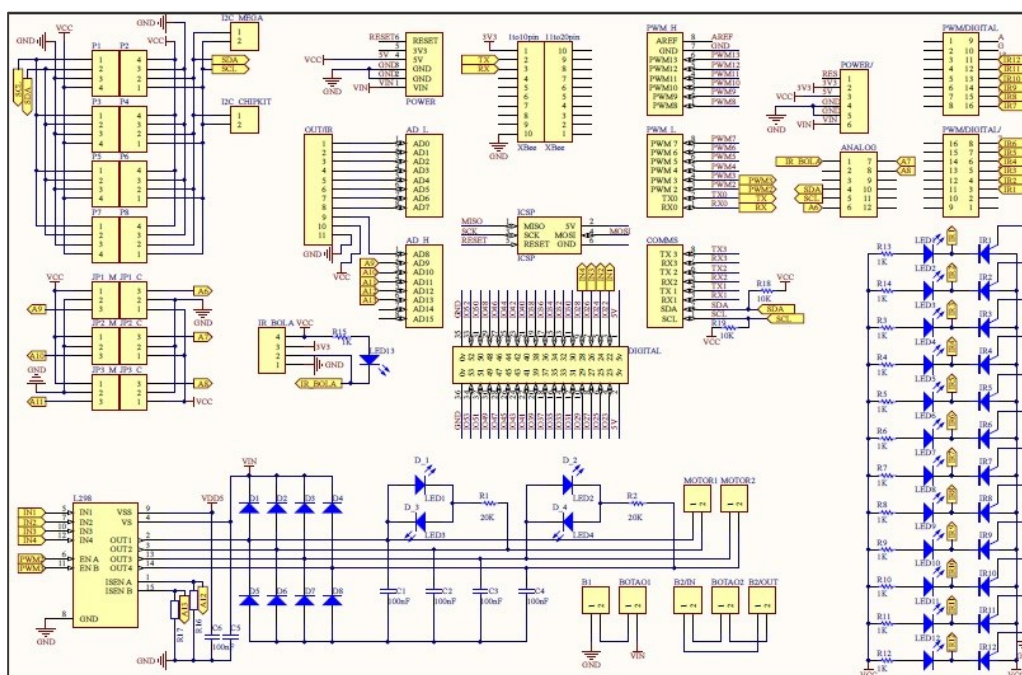


Figura 27 - Desenho da placa - I

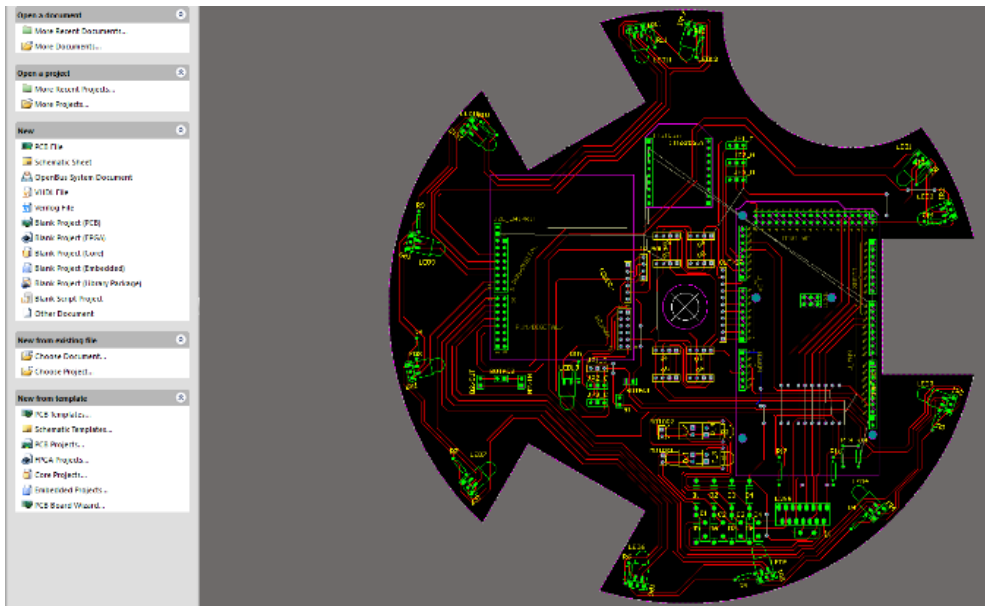


Figura 28 - Desenho da placa - II

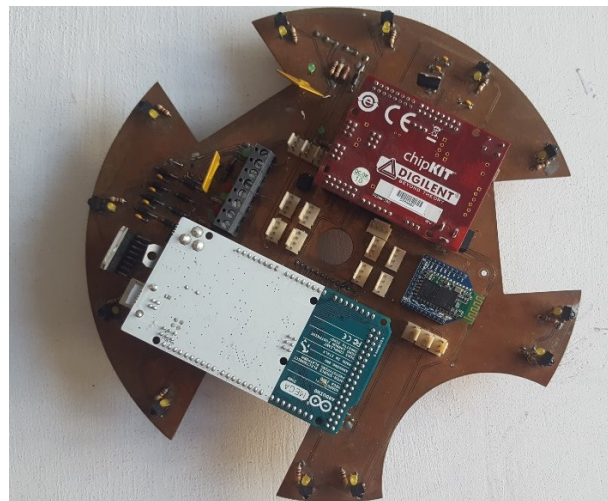


Figura 29 - Placa com componentes

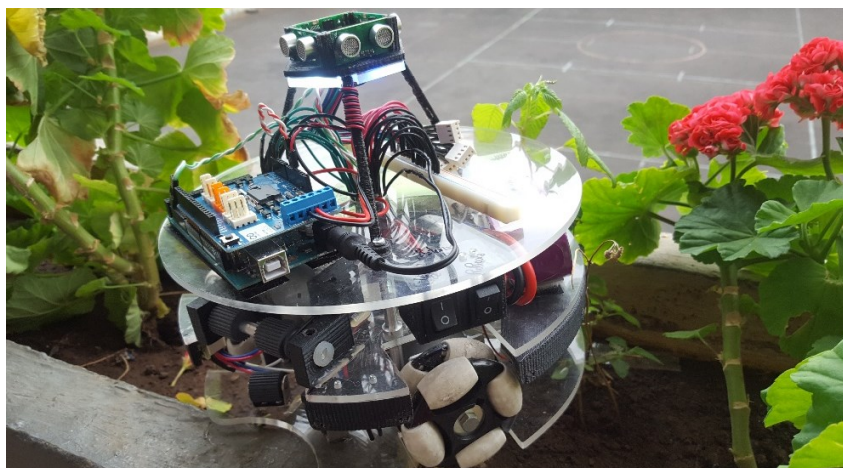


Figura 30 - Robô futebolista com todas as placas eletrônicas

Ao procurar aprofundar a extensão e qualidade do trabalho desenvolvido pelo Duarte, recolhe-se uma informação relevante sobre a própria motivação do coordenador, algo que provavelmente não seria aflorado numa abordagem direta:

Acontece em qualquer dos projetos em que os alunos têm o mínimo de empenho para concluir, tenho essa sorte de poder aprender com eles. Quando isso deixar de acontecer, alguma coisa está mal (ri), está na altura de mudar alguma coisa porque não está a funcionar.

Em síntese, identificámos três **dimensões nas capacidades de trabalho** desenvolvidas pelo Duarte:

- Extensão - remete para o tempo necessário para completar as tarefas;
- Profundidade - remete para o elevado nível de complexidade das tarefas;
- Profissionalismo - remete para o nível de detalhe e perfeccionismo na execução.

Não posso nem desejo ocultar a minha profunda admiração por este participante. Parece já claro, pela generosa parcela de atenção que vem tendo neste estudo, que sobre ele recai também um interesse e uma curiosidade investigativa ainda não totalmente satisfeitas. Conheci o Duarte quando ele ingressou no Ensino Secundário e no SPAR, fiquei a saber por ele próprio do fascínio que os robôs sobre ele exerceram aquando de uma demonstração do SPAR na sua escola, onde frequentava um Curso de Educação e Formação. Ora, quis o destino que eu tivesse o ensejo de conhecer uma professora de Matemática que o conheceu muito bem, e durante grande parte do seu percurso escolar do terceiro ciclo do Ensino Básico; lembrava-se muito bem, quer do Duarte quer do Tiago, e concordou em encontrar-se comigo para me fornecer todos os dados de que dispunha, através de uma entrevista.

Surpreendeu-me que esta professora mantivesse memórias tão nítidas destes antigos alunos, sobretudo do Duarte. Ao longo da entrevista, fui percebendo que para esta professora também o Duarte tinha evidenciado algumas características muito peculiares, responsáveis por memórias tão detalhadas e tão presentes.

Breve resumo da análise da entrevista com antiga professora do Duarte

Como muito desejava, e secretamente previa, fui generosamente recompensado com as informações concedidas por esta professora de Matemática que conheceu e trabalhou com o Duarte e com o Tiago no terceiro ciclo do Ensino Básico.

A primeira memória que a professora evoca acerca do Duarte é a de um aluno indisciplinado;

Conheci o Duarte no sétimo ano. Nessa altura, era um aluno difícil, bastante difícil! Na segunda aula já tinha ido para a rua... eu nem sabia, foi ele que me disse!

O Duarte era bastante indisciplinado; ele gostava de estragar as aulas. Saía porque se portava mal, mas vinha muitas vezes à (minha) aula.

Potenciando essa conduta, parece que o fator “pequeno grupo” não deixa de ser relevante para a reiteração dos comportamentos de indisciplina:

Ele estava inserido num grupo de seis ou sete alunos muito difíceis, (...) difíceis no comportamento, indisciplina. Eram alunos muito indisciplinados e o Duarte era um deles. Esses alunos tiveram vários processos disciplinares, inclusive o Duarte.

Uns levam os outros e só fazem asneiras, mas mesmo asneiras, não eram só asneiras dentro da sala! A Polícia chegou a ir lá... Eles faziam muitos disparates.

Contudo, aos olhos desta professora, o desinteresse do Duarte pela generalidade das atividades propostas pela escola não oculta totalmente aptidões prontas a emergir se as condições se tornarem favoráveis:

Não é que tivesse dificuldades, eles é que não se esforçavam! Ou porque faltavam, não iam às aulas ou iam para a rua, e também não estudavam.

Em termos do domínio cognitivo o Duarte era bom, só que não estudava, faltava às aulas ou ia para a rua.

Estudo académico para o Duarte, não! Ele não se encaixava bem porque ele não estudava. E muitas vezes ia para a rua, outras vezes faltava...

Dado o seu comprometedor percurso escolar, o Duarte esteve a um pequeno passo da exclusão. Valeu-lhe a aposta desta professora que, acreditando nas suas potencialidades, lhe abriu uma janela de oportunidade:

Mais tarde, ainda no sétimo ano, disse-me que gostava muito de robótica e eu disse-lhe então porque não no secundário, ir para um curso de robótica?! Mas

ele estava a ver que não ia fazer o sétimo ano e, então, propus-lhe um CEF, e ele achou uma boa ideia.

Tiveram vários processos disciplinares ao longo do ano e, por esse motivo, também não os queriam aceitar no CEF. Como eu o conhecia e dava o CEF de Eletricidade, é que disse ao Coordenador da altura que achava que o Duarte seria um bom aluno para integrar o CEF, e assim foi.

O CEF, um curso predominantemente prático e orientado para o mundo do trabalho, revelou-se, tal como a professora antecipou, uma excelente aposta para o Duarte mostrar e desenvolver facetas mais positivas do seu carácter:

O Duarte foi o nosso melhor aluno do CEF!

Era um CEF de dois anos. O Duarte era o nosso melhor aluno! Continuava, de vez em quando, rebelde, mas era muito bom. Em tudo o que era prático, eles eram bons, nomeadamente o Duarte.

Em contexto de trabalho eles eram muito bons, toda a gente os elogiava, nomeadamente o Duarte.

E ele disse-me uma coisa curiosa: disse-me que se não tivesse ido para o CEF, nunca teria feito o nono ano.

Contudo, o percurso não se mostrou isento de irregularidades; o lastro social e familiar manifesta-se sempre e, frequentemente, desequilibra o comportamento quer do Duarte, quer dos seus colegas com problemas semelhantes:

Quando não queriam trabalhar, não havia nada que os demovesse, eram muito difíceis! Estragavam as aulas, mesmo! (...) Às vezes eram questões familiares, não tinha nada a ver com a escola. E também os namoros... isso era um problema para eles; quando não estavam bem, iam-se abaixo.

O ambiente social deles era muito complicado, financeiramente desfavorável.

Tinham muito pouco apoio familiar.

Tinham um ambiente familiar muito desfavorecido, ninguém se preocupava muito com eles e, então, dentro da sala eles podiam sobrevalorizar-se um bocadinho... ao fazerem palhaçadas, gostavam que os outros olhassem para eles!

Qualquer realidade desfavorável pode encontrar-se em diferentes graus de importância ou de gravidade; no presente caso, os dois excertos que se seguem ajudam a situar nesse contínuo da realidade social as dificuldades sentidas pelo Duarte e pelo grupo dos restantes alunos daquele curso:

No caso do Duarte, tinham muitos problemas financeiros em casa por causa do desemprego dos pais.

Ao final do dia, esta turma descia ao bar e as funcionárias davam-lhes o pão que sobrava ou outras coisas, e lá iam eles, todos os dias.

Uma vez conhecidas as dificuldades económicas sentidas pela família quer do Duarte, quer da maioria dos seus colegas, não se afigura de todo estranho que os estudos não ocupassem o topo das prioridades dos seus quotidianos:

Creio que ele já ajudava num café. Não tenho a certeza, mas acho que ele já fazia alguns biscates... tudo o que conseguiam, aqueles alunos faziam.

Praticamente todos aqueles alunos já trabalhavam em pequenos biscates que arranjavam, nem que fosse trocar umas lâmpadas e coisas assim.

O Duarte queria trabalhar, queria ganhar dinheiro... principalmente isso, porque o meio familiar era muito desfavorecido. [Precisava de se autonomizar da família?] – Penso que sim!

Um facto que não pode deixar de se sublinhar é o de a professora ter utilizado oito vezes o termo «perfeccionista» ao referir-se ao Duarte. Curiosamente, a primeira observação dessa característica ocorreu numa sessão de origami:

*Eu gosto muito de origamis, e o Duarte destacava-se, ele era mesmo excepcional!
O Duarte dobrava espetacularmente bem! E era extremamente perfeccionista.*

(...) O Duarte conseguia aproveitar os restos do papel com os quais já ninguém conseguia fazer nada, dobrava e conseguia fazer um passarinho ou uma flor ou fosse o que fosse! Pelo simples gosto de fazer... era mesmo perfeccionista!

Esta singularidade do Duarte manifestava-se em todas as atividades em que ele se envolvia com gosto e interesse:

Era muito perfeccionista nas coisas de que ele gostava.

Era mais perfeccionista, nomeadamente nas áreas da eletricidade e da eletrónica.

O Duarte, de facto, era o perfeccionista da turma (CEF).

No caso do Duarte, bem como em muitos dos alunos de Cursos Profissionais que tenho conhecido nos últimos anos, imaginar um *estudante que não estuda* é uma realidade que já não surpreende; é apenas mais um dado de uma equação muito difícil de resolver. E, talvez por apurado sexto sentido, também aquela professora bem desconfiava:

Se for para trabalhar, são capazes de estar dia e noite, mas se for para estudar eles não pegam num livro! O que aprendem é ali (na sala de aula). Penso que já deve vir da primária.

Desconfio que o Duarte, no Básico, nunca deve ter pegado num livro para estudar!

Conhecendo de perto as diferentes pulsões a que o Duarte estava sujeito, a sua professora tem uma opinião muito bem fundamentada sobre a encruzilhada em que o Duarte se encontrava no ano em que o conheceu:

Era o abandono escolar! Provavelmente ele nunca teria passado do sétimo ano, mas não por falta de capacidades, mas porque os objetivos dele não eram os objetivos académicos.

Se não tivesse ingressado num CEF, provavelmente o Duarte nunca teria terminado o nono ano e, se não tivesse conhecido o SPAR, nunca teria ido para o Secundário. Provavelmente teria ido trabalhar.

Esta entrevista ajudou muito a entender um pouco do passado escolar e motivacional, bem como o meio social e familiar destes dois participantes; em particular, os factos relatados contribuíram para uma melhor definição da posição de partida de cada um deles e, desta forma, melhor avaliar o ponto alcançado no final da sua passagem pelo SPAR. Concomitantemente, estas informações concorrem para se ter uma mais sustentada noção da trajetória do Duarte – já sabíamos onde ele tinha chegado, ficámos agora com uma noção muito mais clara sobre a zona de partida, e isso reforça sobremaneira todo o significado que se tenha já forjado acerca do percurso deste interveniente, e das razões que nos levaram a trazê-lo para o centro da discussão.

Síntese

O Duarte agrega muitas das características que foram observadas em outros participantes do SPAR. Este membro do projeto, pela sua polifacetada participação, evidencia representar, com elevada probidade, muitos dos participantes que neste mesmo período ingressaram no SPAR. É mesmo o melhor representante dos participantes do SPAR.

O que este participante desde muito cedo pareceu evidenciar, e que a continuada investigação ao longo de quase três anos viria a confirmar, é a intensidade com que são vivenciadas todas as experiências e realizações. Os dados suplementares, de antes do tempo de observação, fornecidos por uma antiga professora do Duarte confirmam e dão profundidade a uma noção que se ia tornando nítida – para o Duarte e para muitos alunos com percursos semelhantes o ensino regular é uma via para o insucesso, para a indisciplina e para o abandono; por outro lado, projetos vocacionais, em que se possam manifestar aptidões para a concretização efetiva de projetos com significado para o estudante, parecem ser uma alternativa muito válida e promissora.

Se, como no caso do Duarte, num contexto rico e amistoso o estudante pode efetivamente manipular artefactos tecnológicos e pode construir outros com total implicação em todas as fases do seu desenvolvimento, parece existir uma forte probabilidade de um envolvimento ímpar do sujeito e o conseqüente desenvolvimento de aptidões cognitivas até aí pouco exercitadas. A extrema dedicação deste participante permitiu-lhe realizar um trabalho de projeto de assinalável extensão e profundidade, no qual todas as etapas foram realizadas com elevado nível de profissionalismo. A forte motivação e o contexto apropriado permitiram um desempenho de altíssima qualidade a este jovem, por muitos tido apenas como problemático.

Além de membro totalmente participativo desta pequena comunidade, o Duarte partilhava o seu conhecimento com os colegas sendo, desta forma, um dos principais tutores nas relações entre pares. Um dos contributos mais apreciados pelo coordenador foi o facto de ter tido o privilégio de ter aprendido muito com este jovem participante.

6.2.2. Tiago, Énio e Fábio – um trio afinado

Embora grande parte dos alunos desta turma se tenha interessado, em algum momento, pelo projeto SPAR, nem todos mantiveram uma atividade regular ao longo da sua passagem pela escola. Além do Duarte, também o Tiago, o Énio e o Fábio foram presenças habituais no SPAR. Este trio mantinha uma forte amizade e união, manteve-se ativo ao longo dos três anos do curso e foi particularmente observado pelo investigador, daí a razão para os manter como uma unidade de estudo na presente investigação. Agora de forma muito mais resumida, vejamos um pouco da história destes três atores.

O Tiago

A história do Tiago tem muito de comum com a do Duarte. Colegas e amigos na escola básica onde frequentaram o mesmo curso, ingressaram o Secundário através do Curso Profissional de Instalações Elétricas na Francisco Franco. Aquando da demonstração do SPAR na sua antiga escola, o Tiago tinha participado num curto *workshop* de robôs da *Lego* e, tal como o Duarte, tinha ficado encantado com todos os robôs que nessa altura observou. Assim, logo que iniciou estudos na nova escola, de imediato ingressou no projeto SPAR.

Das informações obtidas através da antiga professora do curso CEF, sublinham-se os seguintes aspetos:

- Passado escolar problemático
- Aptidão para atividades práticas
- Dificuldades financeiras
- Responsabilidades familiares precoces
- Forte ligação ao Duarte

No primeiro ano, quase todos os participantes iam conhecendo o que já se fazia no SPAR, e escolhiam em que projetos gastar o seu pouco tempo livre; alguns destes jovens iam apenas ao SPAR para estar com os colegas e amigos e, eventualmente, para os ajudar em alguma tarefa específica. O que os unia era fundamentalmente a camaradagem e a possibilidade de puderem usar tudo o que havia no SPAR – computadores, ferramentas e conhecimento do coordenador. Durante o segundo ano, a participação do Tiago e da maioria dos colegas foi mais efetiva, de acordo com a observação por mim realizada.

Acresce que estes jovens estudantes, agora no décimo primeiro ano, eram também meus alunos em duas disciplinas, o que ampliava e facilitava a relação.

O Tiago interessou-se pelo funcionamento da impressora 3D, como se pode ver na figura 31, recentemente construída pelo David e que estava em plena fase de operação e esforço de otimização de funcionamento. O David foi estudar para a Universidade da Madeira e o Tiago foi um dos membros do SPAR, em colaboração com o Duarte, que deu continuidade a este inovador projeto. O David ia ao SPAR de vez quando para ver como estava o equipamento e para explicar alguns segredos da impressora ao Tiago e ao Duarte.

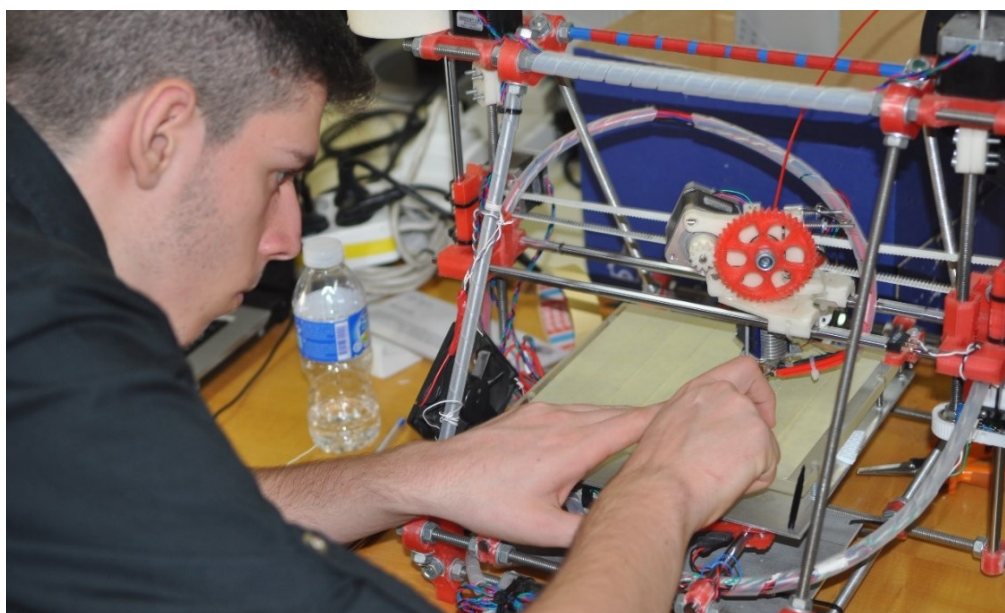


Figura 31 - Tiago melhorando o funcionamento da impressora 3D

Como pude abundantemente observar, o SPAR significa para os participantes sobretudo trabalho e não lazer. Neste tipo de trabalho, em que há uma larga margem de incerteza, a persistência do erro pode gerar sentimentos de frustração nos participantes; estas ocorrências são frequentes, embora aconteçam num contínuo de intensidade desde a ligeira contrariedade à desgastante frustração. Em qualquer dos casos, os participantes tendem a desenvolver a resiliência necessária à superação destes episódios. Foi precisamente este o caso do episódio relatado pelo Tiago, um incidente cuja resolução lhe exigiu mais esforço do que a sua preparação permitiria, como as suas palavras parecem comprovar:

Já cheguei ao ponto de me sentar numa cadeira e não fazer mais nada. Foi por causa do tipo de plástico que não agarrava na mesa e da definição da retração, que torna as peças um pouco mais perfeitas, também estava a falhar. Cheguei a

um ponto em que a frustração era enorme. (...) só passados alguns dias, finalmente, é que consegui resolver o problema.

Ficamos a conhecer a sua compensação para as frustrações:

Já aconteceu estar ali horas e horas a tentar resolver um problema e, no final, quando consigo resolver o problema, a satisfação que sinto é muito maior do que a frustração que sentia antes. Essa satisfação compensa-me!

Uma aptidão que o Tiago desenvolveu foi a da comunicação; ele mesmo lhe atribui um significado particular:

Em abril, durante a visita do grupo do projeto Hands-On Science, que estava a fazer formação na Universidade e veio visitar o SPAR, tive que falar tudo em inglês; uma vez troquei uma palavra e baralhei-me um pouco mas mantive a calma e consegui explicar todo o funcionamento da impressora sempre em inglês. Estava um bocadinho nervoso, mas gosto bastante de inglês e, por isso, gostei de ser eu a fazer a apresentação da impressora.

Recordo-me muito bem do episódio referido pelo Tiago. Aquele grupo de investigadores de várias nacionalidades deslocou-se ao SPAR e eu tinha a meu cargo a recolha de registos vídeo e fotográficos para os arquivos do projeto, como sucedeu em muitos outros momentos. Além da equipa de coordenadores, estava presente um pequeno grupo de participantes do SPAR que iriam, dentro das suas possibilidades, colaborar na apresentação dos projetos aos eminentes visitantes. Fui documentando alguns momentos daquela animada visita e quando chegou a vez das atenções de todos se voltarem para a impressora 3D e para o apresentador de serviço, o Tiago, o “repórter” (eu) ficou literalmente de queixo caído ao ver e ouvir um Tiago falando fluentemente inglês para explicar o funcionamento da impressora, referir-se às principais falhas, responder com propriedade às questões que suecos, alemães e finlandeses lhe colocavam! Era aquele o Tiago que tantas dificuldades tinha em se expressar? Era o mesmo que chegava a titubear a meio das frases? Tal foi o meu espanto e emoção que mal cumpri o meu dever de documentação integral daquele momento; em compensação, guardo muito vívida esta peculiar memória dessa tarde já um pouco esfumada no tempo.

O clipe [Tiago Inglês](#) e as figuras 32 e 33 ilustram instantes dessa visita e da extraordinária prestação do Tiago.



Figura 32 - Num primeiro momento, o Tiago apresenta a impressora 3D



Figura 33 - Atento às questões, prepara-se para responder

Em diferentes ocasiões, o Tiago demonstrou igual disponibilidade e competência quando o SPAR fez demonstrações ou participou em certames tecnológicos. A figura 34 e o clipe [3DP](#) mostram o Tiago em plena ação no evento Ciência no Mercado.



Figura 34 - Demonstração da impressora 3D no evento Ciência no Mercado

Entretanto, como projeto de grande envergadura, o Tiago escolheu a construção de outra impressora 3D de maior dimensão capaz, portanto, de imprimir peças de porte muito maior. Para esse projeto, o Tiago iria desenhar as novas peças utilizando o *software* conveniente para depois imprimir essas peças precisamente na impressora 3D que tinha à sua responsabilidade.

Segundo o coordenador do projeto, o tipo de impressora também teve que ser diferente – a primeira era do tipo *RepRap*⁴⁵ e a segunda teve que ser do tipo *Prusa*⁴⁶. Usou-se um modelo diferente, mas o objetivo era criar-se uma impressora com uma área de impressão muito superior; a primeira impressora 3D tinha uma área de impressão de 12x12cm enquanto a segunda teria quase 50x50cm. O Tiago acabou por desenvolver praticamente todas as fases do projeto e da construção da nova impressora. Para levar a cabo esta ideia houve que se basear num modelo de tamanho mais reduzido, de quinze centímetros e ampliar esse modelo para uns 40cm. O Tiago agarrou o projeto e conseguiu fazer a maior parte do trabalho, com algumas dificuldades e limitações, foi até à etapa dos testes da impressora, ou seja, a impressora estava a funcionar, eram necessárias apenas algumas afinações e alguns ajustes a nível de *firmware*⁴⁷.

Graças à experiência acumulada no ano anterior, introduziu-se uma alteração na posição da cabeça de extrusão, que conferia mais estabilidade à impressora e também facilitava as tarefas de manutenção. Na última semana de trabalho esta nova impressora ficou totalmente operacional embora com algumas limitações na dimensão da área de impressão.

⁴⁵ Trata-se de um tipo de impressoras 3D com a capacidade de fabricação rápida dos seus próprios componentes de plástico, daí a designação de máquinas autorreplicadoras.

⁴⁶ Impressora também originariamente RepRap, aperfeiçoada pela empresa checa Prusa Research.

⁴⁷ Classe específica de *software* que fornece o controlo de mais baixo nível, isto é, mais próximo da máquina.

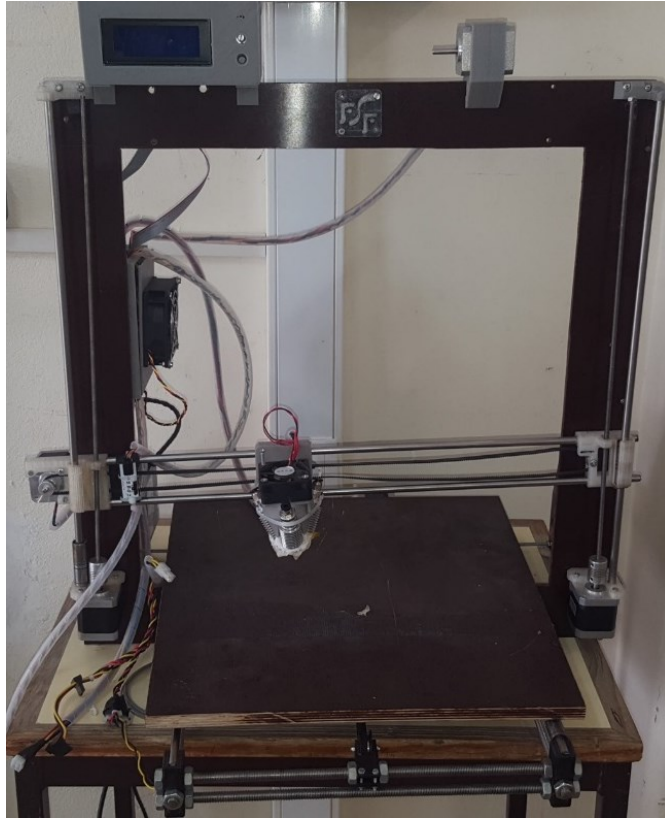


Figura 35 - Após três anos, a Prusa do Tiago ainda se mantém funcional

A passagem do Tiago pelo SPAR continua a ser lembrada por nós, professores e coordenadores, com muito afeto. A principal marca do Tiago foi a enorme dedicação e uma prova dessa dedicação é a sua impressora 3D, montada e ainda funcional após quase três anos, como se pode ver na figura 35. A figura 36 mostra um dos objetos mais complexos desenhados e produzidos no SPAR.



Figura 36 - Objeto de impressão 3D complexa

Énio

Deixemos outro participante dizer como ingressou no SPAR:

Achei interessante aprender uma coisa nova que não se vê nem aprende todos os dias... foi a curiosidade que me fez ir para o SPAR.

No início sentia-me muito tímido, não tinha coragem de perguntar nada, estava sempre com dúvidas, isso é normal, mas depois fui-me habituando. Os professores e os colegas foram sempre ajudando. Há sempre alguém disposto a ajudar no caso de aparecer alguma dúvida... faz-se uma pesquisa ou pergunta-se ao professor.

O Énio, tal como o Duarte, valoriza muito a sua participação na Roboparty:

Eu fui a Guimarães participar no concurso de busca e salvamento; fomos quatro colegas com o professor Jorge... é preciso sempre um “ajudante”, não é? (ri), para quando aquilo fica complicado. Foi bom ver o que muitas outras escolas tinham por lá... fascinante! Aquela gente toda a trabalhar a trabalhar!... Foi bom! Não havia disputas, era tudo amigo... não nos conhecíamos, mas éramos como que todos amigos uns dos outros, uma comunidade!

O significado que atribui à sua participação:

Gosto de mostrar os nossos projetos e mostrar como vale a pena meterem-se em alguma coisa assim como no SPAR... se tiverem alguma ideia aqui podem desenvolvê-la. Aqui, no SPAR, se tivermos uma ideia, conseguimos, demora, mas conseguimos!

O Énio abraçou uma das vertentes do projeto do robô futebolista omnidirecional, está à vontade com diferentes projetos do SPAR e, por essa razão, nunca falha quando é preciso sair da escola para fazer uma demonstração. Muito reservado, continua a aprender ao seu ritmo e a procurar apoio sempre que as dificuldades o impedem de avançar no projeto. A figura 37 mostra o coordenador explicando uma questão técnica ao Énio, enquanto a figura 38 mostra o Énio posando com o robô futebolista omnidirecional na sua configuração mais recente.

De tal modo se sente à vontade no amigável ambiente do SPAR, que a própria namorada, também ela muito reservada, passou a acompanhá-lo nas longas tardes de trabalho no

SPAR. Como algumas vezes pude observar, também ela encontra sempre alguma coisa para ver ou para fazer quando se cansa de acompanhar o Énio nas suas tarefas.



Figura 37 - Énio atento à explicação do coordenador

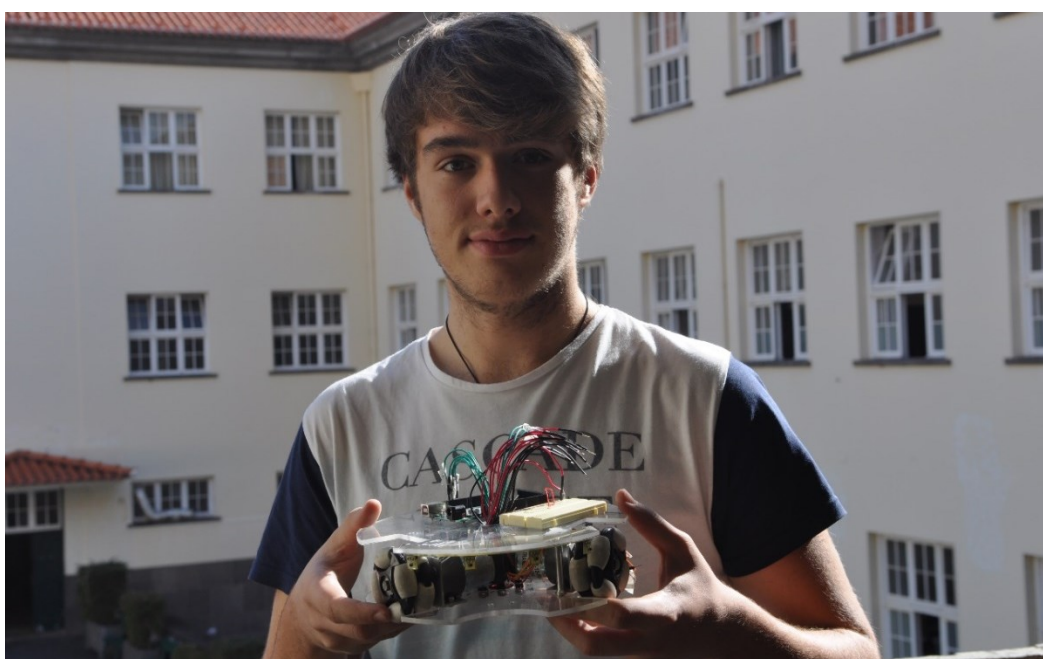


Figura 38 - O Énio exibindo o Omni numa das suas fases de desenvolvimento

Fábio

O Fábio, que cedo captou a atenção do investigador, nunca chegou a aderir efetivamente ao SPAR; contudo, este parece ser um aprendente muito bem integrado num dos subgrupos do projeto.

Tal como para os anteriores, deixemos que as suas palavras exponham os seus sentimentos e as suas vivências. Neste caso particular, pela riqueza do colorido da espontânea linguagem utilizada, o investigador vai transcrever alguns curtos diálogos entre os três intervenientes.

O Fábio recorda-se bem da forma como foi ingressando no SPAR:

Quando estava no décimo ano, vi os meus colegas a irem para a robótica e tive curiosidade de saber como era; então decidi ir lá para ver como aquilo era e gostei dos projetos que lá tinham e quis fazer algum trabalho parecido com os que vi... embora ainda não tenha um projeto para mim, mas às vezes ponho-me também lá a ajudar os meus colegas.

Descreve a sua atual forma de aprendizagem no SPAR:

Eu estou envolvido em quase tudo (ri)! Eu ainda não tenho projeto, mas vou trabalhando com os meus colegas; sempre que um precisa de ajuda, eu vou procurando com eles as soluções. Quando o professor pede para fazer alguma pesquisa, eu também vou à Internet, procuro a informação de que necessitamos e normalmente encontro o que é preciso.

Bem-humorado, não descarta o seu espaço preferido e o seu tão apreciado sofá:

Fábio: *Histórias engraçadas? Só se for o sofá!*

Tiago: *O sofá costuma ser para os malandros, como o Fábio! (ri)*

Fábio: *Costumo estar sempre lá... agora nem tanto porque mudou de lugar! (ri)*

No início, mal entrava sentava-me logo! Agora sento-me mais assim nas cadeiras... (ri)

O recanto do sofá é um espaço acolhedor e polivalente, como se pode ver na figura 39.



Figura 39 - O acolhedor recanto do sofá

Da observação e da entrevista de onde se retiraram aqueles excertos, ressalta a importância que este jovem dá a aspetos do contexto do SPAR:

- O significado atribuído às aprendizagens (utilidade)
- A linguagem utilizada pelo coordenador, próxima da utilizada pelos participantes
- A informalidade das relações interpessoais
- A dedicação e amizade do coordenador
- A valorização da crítica construtiva

Concluindo a breve alusão à participação do Fábio, tenho que concordar com a ideia que ele acabou por expor, a de que estava envolvido em quase todos os projetos do SPAR; de facto, foi isso mesmo que se constatou, já que começou por ir ajudando cada um dos colegas e amigos em diferentes projetos e, numa fase posterior, em que já tinha trocado o sofá por uma das cadeiras dos postos de trabalho, o Fábio estava efetivamente apto a assessorar os colegas e o coordenador em quase todos os projetos desenvolvidos ou em desenvolvimento no SPAR.

A figura 40 mostra o Fábio, sob a orientação do coordenador, a ajudar o Énio na soldadura de componentes eletrónicos. Já a figura 41 mostra o Fábio programando um robô da linha *Legó Mindstorms*.



Figura 40 - Sob a orientação do coordenador, o Fábio ajuda o Énio na soldadura



Figura 41 - Mais autônomo, o Fábio programa um robô

O que mais se pode apresentar como evidências da sua participação não são provas de algum projeto em particular, mas a muito forte impressão da grande satisfação que o Fábio sentia em encontrar-se no SPAR com o coordenador e com os colegas, podendo aí dedicar-se a alguma coisa concreta a que atribuía um significado maior do que aquele que atribuía à escola. A aparência feliz que exibia no SPAR contrastava com a apatia demonstrada na maior parte das aulas, tal como pude constatar neste meu duplo papel de observador e de professor. Já anteriormente tinha verificado e continuei a verificar abundantes casos deste contraste de postura e concomitante motivação; o caso do Fábio não foi o primeiro nem foi extremo, foi apenas mais um.

6.2.3. Nuno – sempre achou que não tinha capacidades

O tímido ingresso no SPAR

O Nuno começou por frequentar o SPAR apenas no final do décimo ano e quase só para conviver com os seus colegas de turma, tal como o Fábio. Ele não se mostrava particularmente interessado por robôs nem por qualquer dos artefactos que o SPAR nessa altura já possuía; segundo relatou numa entrevista quase dois anos depois, também não estava interessado em gastar o seu escasso tempo livre num projeto extracurricular. Esses primeiros contactos, contudo, vieram a alterar a perspetiva do Nuno, já que se sentiu influenciado pelo que chamou de *bom ambiente do SPAR*. Assim, mais pelo ambiente do que por qualquer tipo de apetência de natureza tecnológica, o Nuno começou a interessar-se também pelos projetos de robótica de iniciação, como os *Lego Mindstorms*.

Uma mudança ocorrida nesta fase e que parece ter contribuído para o efetivo ingresso do Nuno foi o facto de ele ter passado a acreditar um pouco mais nas suas capacidades: por um lado, a curiosidade por tudo o que se fazia ali no SPAR, por outro a perceção de que outros colegas, apesar das dificuldades, *iam percebendo* com a ajuda do professor Jorge e *conseguiam concretizar alguns projetos* naquele ambiente em que ele já se sentia confortável. A insegurança inicial, provavelmente enraizada em anos de fraco desempenho escolar, parecia finalmente ceder face à exposição a um ambiente de aprendizagem diferente do que estava habituado: *fiquei curioso... quis saber como é que ia ser! Só que eu nunca fui... nunca tive capacidades... não percebia muito daquelas coisas, tal como eles... Eles aprenderam, e eu achava que também podia aprender!*

O grande desafio do ROV

Entretanto o tempo passava e o Nuno sentia-se desanimado por não ter ainda encontrado um projeto que o motivasse suficientemente. Já se tinha dedicado bastante ao projeto do robô que resolve o *cubo de Rubik*, tal como se pode ver na figura 42, mas tinha chegado a um impasse: a programação. Assim, esperava ansiosamente que outro projeto menos exigente, nesse particular aspeto, pudesse captar a sua atenção.

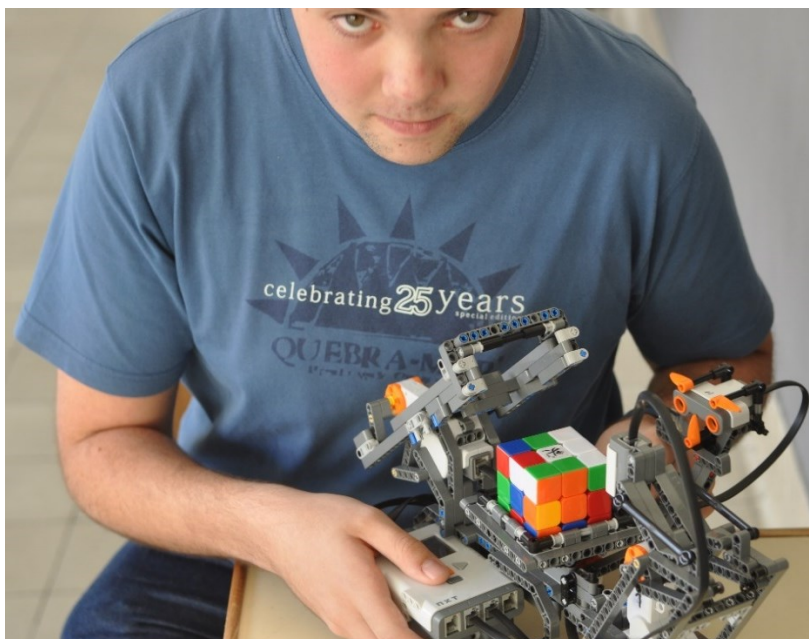


Figura 42 - O primeiro robô que o Nuno desenvolveu – o cubo de Rubik

Inesperadamente, o Nuno acabou por ter o que tanto precisava: já perto do final do ano letivo, o SPAR aceitou o repto de parceria lançado pelo Observatório Oceânico da Madeira (OOM), com o intuito de melhorar alguma funcionalidade de um submergível que fazia parte de um programa educativo liderado por uma entidade sediada em Canárias. O coordenador falou deste projeto⁴⁸ ao Nuno, que logo o aceitou, bem como o recém-chegado Adriano.

Este evento de robótica submarina enquadra-se no projeto EDUROVs, liderado pelo consórcio PLOCAN, e tem como principal objetivo a sensibilização da população estudantil para a importância dos veículos submergíveis na exploração marinha. No encontro de 2016, na Cidade de Las Palmas, participaram vinte e três escolas secundárias de Canárias e uma da Madeira, através da parceria OOM-SPAR.

A figura 43 mostra a notícia do encontro de robótica submarina, no site oficial do PLOCAN⁴⁹.

⁴⁸ No Anexo 9 fornece-se o documento de apoio à construção do submergível básico.

⁴⁹ Evento de Robótica Submarina 2016 en el seno del proyecto EDUROVs:
<https://www.plocan.eu/index.php/es/2016/mayo/1498-evento-de-robotica-submarina-2016>.



Evento de Robótica Submarina 2016 en el seno del proyecto EDUROVs



La piscina municipal "Julio Navarro", del Club de Natación Las Palmas, acogió un evento demostrativo en el marco del Taller de Robótica Submarina, Proyecto EDUROVs, promovido por la Obra Social de "la Caixa" y PLOCAN. En esta cuarta edición, se mostraron los trabajos de 23 centros de enseñanza secundaria de Canarias y un centro de Funchal (Madeira).

El acto reunió a los consejeros de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento, y de Educación y Universidades del Gobierno de Canarias, Pedro Ortega Rodríguez y Soledad Monzón Cabrera, a la Jefa de Área de Medio Ambiente de la Subdirección General de Planificación de Infraestructuras Científicas y Tecnológicas del Ministerio de Economía y Competitividad, Ana Aricha Yanguas, al director general de la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información (ACISI), Manuel Miranda Medina, al director general de Industria y Energía, Erasmo García de León, al Director General de Universidades, D. Ciro Gutiérrez Ascanio, al Director General de Desarrollo Económico, D. Leonardo Marcos, al concejal

Figura 43 - Notícia do encontro de robótica submarina, no site oficial do PLOCAN

Estava criada a equipa para responder ao desafio; o tempo era escasso, apenas duas semanas, para levarem o protótipo ao encontro de participantes em Gran Canaria. A ideia de inovação surgiu quando observaram a forma de comando deste submergível – uma consola de madeira, onde estavam instalados dois botões e um manípulo, ligada ao submergível através de um cabo. O que a equipa SPAR se propôs fazer foi a comunicação sem fios, por Bluetooth, e o comando a partir de um telemóvel. A figura 44 mostra o Nuno a analisar a consola de comando do ROV, primeiro passo do projeto.

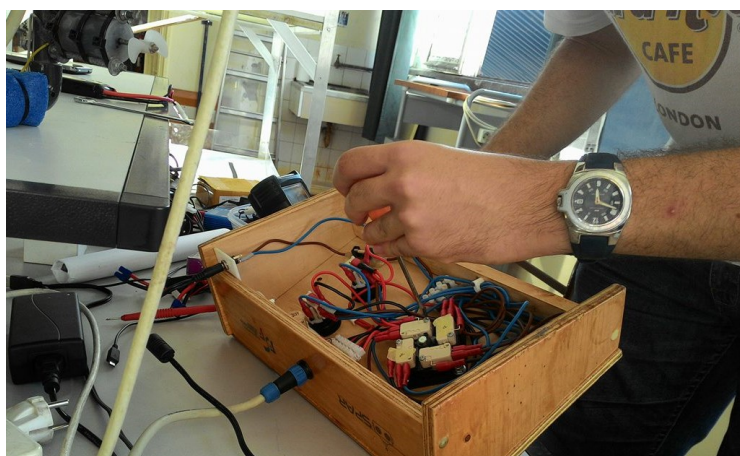


Figura 44 - No SPAR, o Nuno analisa a consola de comando do ROV

O controlo do ROV passou a ser realizado de duas formas distintas:

1. Através de botões de comando no telemóvel
2. Inclinando o telemóvel e utilizando o giroscópio do aparelho

Os dois participantes, Nuno e Adriano, criaram o controlo local no ROV, com o microcontrolador Arduíno e *shield* de Bluetooth, bem como o controlo dos três motores do ROV através de um *shield* de controlo de motores.

Naquelas duas semanas, recorrendo a muita pesquisa na Internet, estes dois participantes aprenderam tudo o que precisavam para dar resposta às suas necessidades e reuniram esse conhecimento conseguindo, assim, resolver a parte do trabalho que lhes competia neste projeto. Este trabalho incluiu a programação da comunicação e do controlo dos motores, para o Arduíno, bem como a aplicação para o *smartphone*.

A figura 45 mostra o ROV, a antiga consola e novo *hardware* de comando e comunicação, numa caixa estanque; a figura 46 mostra o módulo de comando e comunicação.

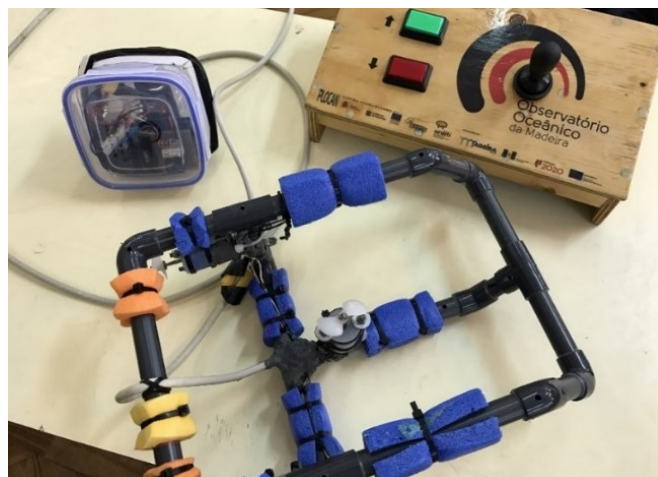


Figura 45 – ROV com a antiga consola e o novo *hardware*

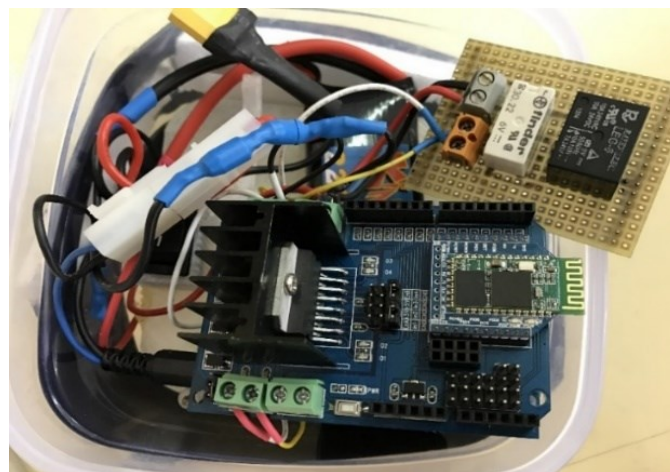


Figura 46 - O módulo de comando e comunicação

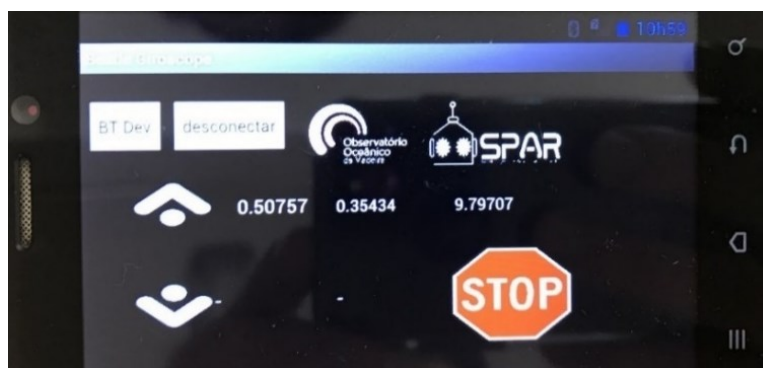


Figura 47 - Aspeto da aplicação de controlo do ROV

A figura 47 mostra um aspeto da aplicação de controlo do ROV, desenvolvida pelo grupo para *smartphone Android*.

Com o regresso da equipa, figura 48, ficou a saber-se do sucesso da participação: em primeiro lugar por ser a única equipa portuguesa a participar no evento; em segundo lugar pela profunda inovação introduzida na forma de controlar a movimentação do ROV, dispensando a arcaica consola de controlos manuais, substituindo-a por uma versátil aplicação para telemóvel. Ao libertar o ROV do fardo que constitui o cabo que o liga àquela consola de comando, um autêntico cordão umbilical, esta inovação melhora também o seu desempenho e aumenta o seu raio de ação. O clipe [EDUROVs 2016](#)⁵⁰ resume o encontro.



Figura 48 - Equipa portuguesa (OOM-SPAR)

⁵⁰ Fonte: PLOCAN.

A figura 49 e o clipe [ROV](#), realizados no evento de divulgação científica Ciência no Mercado, mostram o Nuno enquanto responsável pela zona do tanque com o ROV que ele e o Adriano desenvolveram e, pouco tempo antes, levaram a Las Palmas. Nessa altura, pude testemunhar a genuína satisfação deste jovem estudante ao explicar o funcionamento do ROV e da aplicação para *smartphone* a todos quantos se aproximavam.

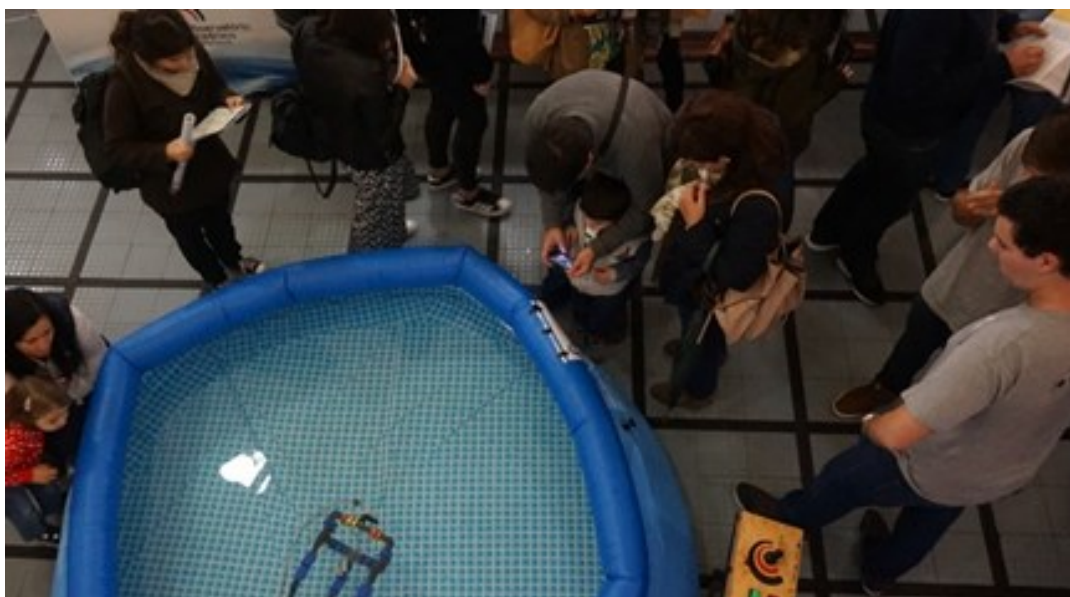


Figura 49 - O Nuno facilitando a experimentação do ROV

O Nuno continuou interessado no projeto do ROV e apostou em melhoramentos do sistema de controlo dos motores e do módulo de comunicações sem fios. Outro desafio foi a capacidade de deslocação em qualquer direção: pretendia-se um ROV Omnidirecional (ROVomni) controlado por 6 motores desfasados 120° entre si. Para esta versão, explica o Nuno ao investigador, *tenho que desenvolver um Shield para Arduino de forma a controlar os 6 motores e com shield Xbee para comunicação por Bluetooth com um smartphone.*

No final de um ano de trabalho, apesar de muitas dificuldades, o Nuno conseguiu concluir o projeto e o desenho dessa nova placa de circuito impresso e readaptou a programação do controlo do sistema⁵¹, no que diz respeito ao controlo dos motores do ROV. As figuras 50 e 51 mostram os desenhos realizados para o circuito impresso e placa de circuito impresso com parte dos componentes discretos.

⁵¹ No anexo 10 fornece-se a listagem do programa de teste desenvolvido pelo Nuno.

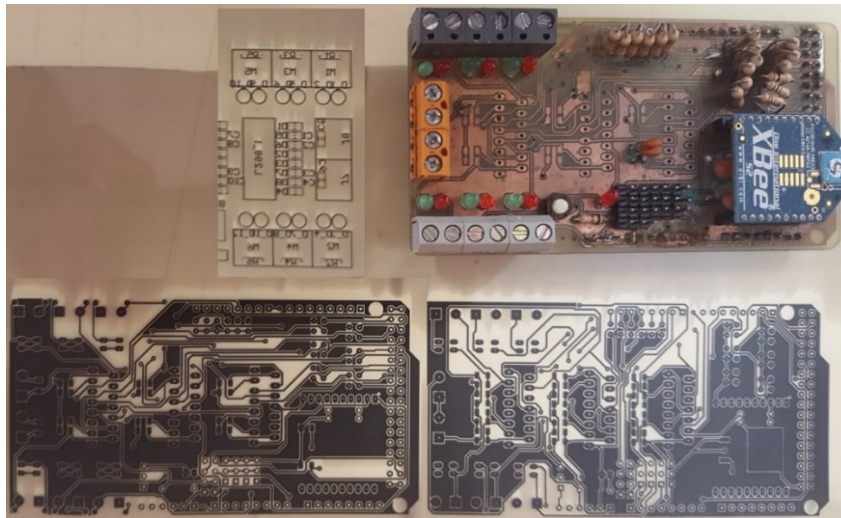


Figura 50 - Placa de circuito impresso e respetivos desenhos



Figura 51 - Placa de circuito impresso com componentes discretos

O projeto foi retomado por outros participantes nos anos subsequentes e, juntamente com outro ROV de desenho inovador que reproduzia a forma de nadar de alguns peixes, representou novamente a parceria OOM-SPAR, a Região e o País, no encontro de robótica submarina 2019, como documentam as figuras 52 e 53 e o clipe [EDUROVs_2019](#)⁵².



Figura 52 - ROV em exposição na Semana das Tecnologias 2019, antes da viagem a Las Palmas

⁵² Fonte: OOM.



Figura 53 - Encontro de robótica submarina 2019, Las Palmas

Importante para o Nuno e para os que o acompanharam no SPAR durante estes três anos foi a progressiva alteração no seu nível de autoconfiança; de facto, era perceptível que o Nuno progressivamente se libertava daquele estigma que há muito carregava («eu nunca tive capacidades»⁵³) e ganhava uma nova consciência das suas aptidões, refletia sobre esta nova fase da sua vida com pensamentos que indiciavam processos metacognitivos e tinha plena consciência das mudanças operadas na sua personalidade. A sua tão frequente visita e participação nas atividades do SPAR já depois de ter terminado o curso parece refletir não apenas o verbalizado gosto do Nuno pelo ambiente em questão, mas também uma provável forma de manifestação de um sentimento de amizade e de gratidão por quem o ajudou a libertar do pesado ferrete que a escola lhe tinha, até então, inculcado.

Depois de o Nuno ter terminado o curso, por inúmeras vezes se tem deslocado ao SPAR: algumas vezes para colaborar em atividades para crianças, nas férias escolares, tal como se pode ver no clipe [férias2018](#); outras vezes para ajudar o coordenador em tarefas específicas como a exploração de novo *software* de modelação 3D ou montagens de robôs *Lego Mindstorms*; provavelmente, outras vezes ainda só pelo prazer de estar no SPAR, a julgar pelas palavras trocadas e pela expressão do seu rosto. Esta reiterada presença do Nuno, parece confirmar aquela impressão que o investigador sentiu anteriormente e que, então, o levaram a afirmar que o Nuno se sentia em casa quando estava no SPAR. Passados dois anos, o investigador sente que o Nuno é da casa, continua a ser um participante ativo, tantas vezes o encontra por cá participando efetivamente em alguma

⁵³ Frase proferida na entrevista que o Nuno me deu, a propósito do seu receio inicial de ingressar no SPAR.

atividade do projeto ou prestando auxílio ao coordenador. Foi o caso de mais um fortuito encontro em março de 2019, quando encontrei o Nuno sozinho no SPAR, construindo um robô que o professor Jorge lhe tinha pedido com urgência; assim, mal encontrou umas horas livres, veio ao novo espaço do projeto para levar a cabo a missão. Desse encontro, ficaram alguns registos fotográficos para as memórias do projeto. Nas figuras 54 e 55, vê-se o Nuno numa das posições de trabalho da nova sala do SPAR, em 2019, a montar um robô *Legó* todo o terreno para utilizar numa sessão com crianças.



Figura 54 - A sala do SPAR toda para o Nuno



Figura 55 - Montagem de robô todo o terreno

Síntese

Do acompanhamento da atividade do Nuno e dos diálogos mantidos, despontou um novo traço para duas das categorias já identificadas – papel do coordenador do projeto e o significado das aprendizagens alcançadas – ao passo que emerge mais claramente a importância da autenticidade das atividades desenvolvidas:

- ✚ Apoio estável do coordenador
- ✚ Significado das aprendizagens alcançadas
- ✚ Atividades autênticas

No que toca à primeira, há que sublinhar a importância que o Nuno atribui ao facto de o coordenador estar atento e ser sensível ao estado de ânimo dos participantes:

O professor Jorge já tinha percebido que eu estava meio desanimado com o robô do cubo.

Para alguém talvez um pouco mais lento do que a maioria, o ambiente do SPAR pode ser determinante; um conceito que se vai forjando, fácil de observar, contudo difícil de aferir, o efeito de *disseminação positiva SPAR–Escola*, surge verbalizado por este participante:

No SPAR eu estou mais à vontade para ter dúvidas e para perguntar ao professor que lá estiver (...) nas aulas não.

A minha participação no SPAR tem sido uma maneira de eu ficar mais interessado no curso; sim, no décimo ano eu não era dos alunos mais interessados, era até dos mais desinteressados. Houve uma espécie de contágio do SPAR para o curso, sim.

Na visão deste estudante, o contexto de aprendizagem do SPAR parece não ser o contexto habitual de uma escola; no SPAR ele vive situações mais ricas em autenticidade, aprende como acha que se aprende no mundo real, ao passo que na escola que ele até então conhecia se aprende num ambiente artificial onde ele tem dificuldades no que respeita ao ritmo e ao pedido de apoio:

Nas aulas é assim: «Têm dúvidas?» Dúvidas... talvez eu também as tenha, mas olha... deixo estar!

O SPAR é dentro da escola, mas é como se fosse fora da escola.

6.2.4. Os risonhos

Estes jovens pareciam diferentes dos outros participantes – pela forma como falavam entre eles, em tom baixo e polido, pelo largo sorriso que ostentavam, pela maneira como se vestiam e, como pude observar posteriormente, pelos interesses e atividades culturais que mantinham fora da escola. Contrariamente à maioria dos outros participantes do SPAR, estes jovens provinham de um meio social muito mais favorecido, e isso notava-se claramente na sua postura e nas suas atitudes; a figura 56 mostra estes quatro jovens no momento da montagem do robô *ESFFactory*. Outro sinal distintivo era o facto de todos estarem a frequentar o Curso de Ciências e Tecnologias e não um curso de pendor vocacional, como os demais participantes.

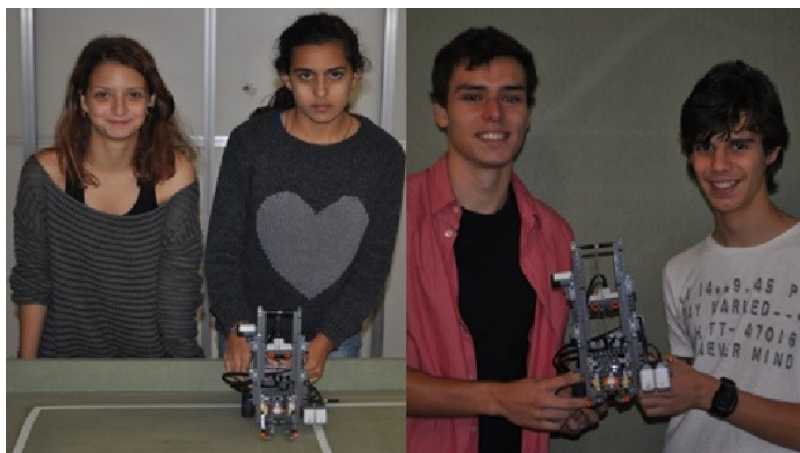


Figura 56 - Os risonhos - grupo inicial com o seu robô *ESFFactory*

O mais extrovertido do grupo, o Diogo, explicou-me resumidamente em que consistia a competição *Robot@Factory* e o objetivo do robô *ESFFactory*, que se pode ver na figura 57. No início do ano letivo, eu próprio tinha começado as marcações daquele campo de testes (a fábrica) com a ajuda do Jorge Rossi, e sabia vagamente do que se tratava. Neste momento, através desta explicação atualizada, enriqueci o meu conhecimento sobre o projeto e a visão que dele têm estes quatro jovens.

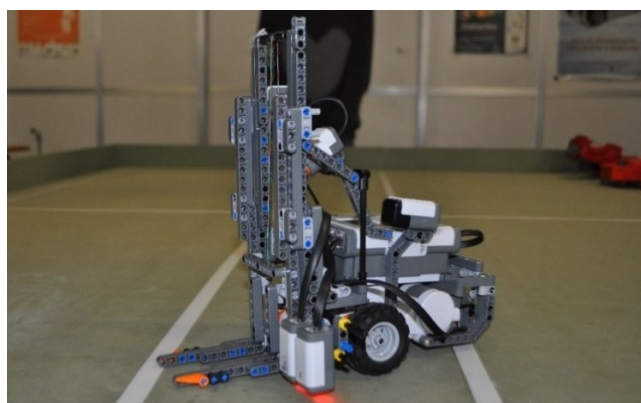


Figura 57 - Robô *ESFFactory*

A figura 58 mostra o robô carregando um pequeno caixote, tal como requerido pela competição *Robot@Factory*.



Figura 58 - Robô carregando um pequeno caixote

Era óbvio que ainda não dominavam totalmente as técnicas de controlo deste robô e isso, ao invés de os irritar, divertia-os imenso. Foi assim que fiquei a conhecer este simpático grupinho que batizei de *os risonhos!*

A hora em que os risonhos costumavam ir trabalhar no projeto era particularmente movimentada; a figura 59 mostra o grupo com o seu inestimável sorriso, à direita está o Fábio cuidando do robô de condução autónoma, à esquerda o Énio realiza uma soldadura e, em primeiro plano, sentados ao computador, estão o Hugo e o professor Jorge. É uma imagem que ilustra dois aspetos que gostaria de sublinhar:

- Simultaneidade de trabalho de diferentes participantes/grupos, em diferentes projetos
- Papel de apoio do coordenador, sempre próximo de quem precisa de ajuda



Figura 59 - Várias atividades ocorrendo em simultâneo no SPAR

Noutra ocasião, os risonhos estavam empenhados em montar o espaço fabril tal como era determinado pelo regulamento da competição. Tinham que realizar medidas, fazer diferentes marcações, colar fita branca delimitando as diferentes zonas, tudo observando escrupulosamente as instruções constantes do caderno branco que se vê na mão de uma das participantes, na figura 60. Enquanto todos os colegas se concentram nesta tarefa, o Francisco vai fazendo mais uns testes com o robô; pela sua expressão de surpresa patente na figura 61, parece que o robô não parece estar tão disposto a cumprir as instruções!... Este grupo é mesmo divertido. Rimos todos da situação e do ar assustado do Francisco quando o robô parecia querer pular os limites da fábrica. Os outros, concentrados nas marcações, olharam desconfiados e só depois explodiram numa saudável gargalhada. Os cliques [Ris\(1\)](#), [Ris\(2\)](#) e [Ris\(3\)](#) ilustram outros momentos de atividade deste grupo.

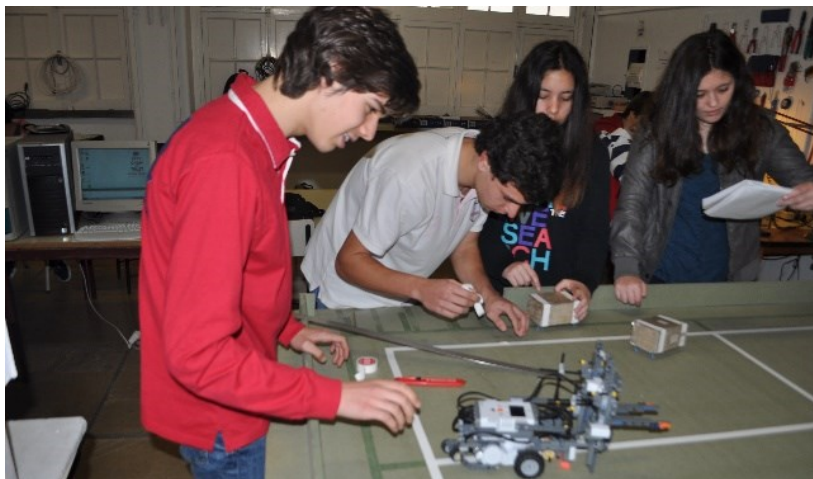


Figura 60 - Os *risonhos* seguem à risca o manual de instruções



Figura 61 - O robô surpreende o Francisco

Muito do trabalho é desenvolvido com o recurso a computadores. No caso do encontro que tive, mais tarde, com este grupo ou, melhor, com parte do grupo, verifiquei que os dois rapazes estão a trabalhar na programação do robô: para a programação estão a utilizar o intuitivo ambiente gráfico de programação por blocos, como se pode ver na figura 62.



Figura 62 - A programação do robô Lego

Algumas semanas depois, fui surpreendido com uma outra vertente em que estes mesmos dois participantes estavam empenhados – a representação 3D de todo o ambiente onde decorreria a ação do robô. É uma espécie de simulação muito realista das condições físicas da fábrica e dos movimentos que o robô precisa de realizar. Nesta vertente do projeto empenharam-se sobretudo os dois rapazes, dos quais um aparece na figura 63.



Figura 63 - Outra fase do desenvolvimento: a modelação 3D

Uma curiosidade que não posso deixar de assinalar é que num dos outros momentos em que vi este grupinho no SPAR, ele já tinha mais participantes – a razão de tal enriquecimento era simplesmente a amizade! Eles, ou melhor, elas, foram trazendo uma e depois outra amiga para com eles conviverem e trabalharem no SPAR, como documenta a figura 64. Não posso deixar de concluir que se sentiam todos aqui muito bem. Assim, o grupo dos *risonhos* passou de quatro a seis ou sete participantes antes de se “dissipar” completamente com a aproximação do final do ano letivo e dos exames.



Figura 64 - Admirando peças fabricadas na impressora 3D

No final do ano, confrontei a minha observação com a do coordenador sobre os avanços deste grupo: eles eram muito autónomos e trabalhavam bem, mas faltavam muitas vezes quando tinham testes ou outras atividades. Na sua opinião, esse era o grande problema da generalidade dos estudantes de cursos desenhados para o prosseguimento se estudos – avançavam autonomamente e muito depressa mas, subitamente, deixavam a meio os projetos em que se tinham envolvido. A interrupção podia ocorrer por algumas semanas, meses ou ser praticamente um abandono.

Antes de ter acontecido o súbito afastamento deste grupo, tivemos a necessidade de escrever um pequeno artigo para a revista da escola, a *LeiaSFF*. Já tínhamos tentado que algum dos membros do SPAR colaborasse nem que fosse com um ou dois parágrafos,

mas eles não são muito de escrever, tal como já tínhamos percebido, enquanto seus professores. Lembrei-me deste grupinho, *os risonhos*, agora enriquecido com a Letícia e a Cláudia, e pedimos-lhes que escrevessem algumas linhas sobre a sua experiência no projeto SPAR. Eu tinha a esperança de que estes alunos, com outros hábitos de leitura e escrita, talvez não se furtassem a colaborar, e assim foi.

São poucas as palavras que escreveram, mas parecem carregadas de significado, corroborando as sensações que pressenti neles durante o tempo de observação.

No nosso clube de robótica, o SPAR, podemos realizar várias atividades, sendo aquela que nós escolhemos o robô para a competição *Factory* utilizando o *Lego NXT*. Este projeto tem como objetivo construir um robô autónomo capaz de recolher e transportar pequenas caixas num espaço que simula o ambiente de uma fábrica.

A construção do robô, com peças *Lego*, revelou-se fácil e mesmo divertida. Sendo um projeto ambicioso, o seu *software* (*Lego Mindstorms*) é simples de desenvolver, no entanto, tem-se tornado limitativo para o desafio proposto, o que nos leva a ter de utilizar um novo *software* para programação.

Apesar da facilidade do desenvolvimento de sistemas robóticos com a utilização destes dispositivos da *Lego*, é possível incorporar-lhes diversas funcionalidades avançadas como, por exemplo, a capacidade de elevar objetos, orientar-se numa linha branca utilizando sensores de infravermelhos, identificar objetos usando sensores de ultrassons, bem como orientar-se num determinado espaço usando uma bússola.

Independentemente de ser um projeto para o qual temos um certo talento, temos imensas oportunidades de aprender coisas novas. Além do mais, há no SPAR um sentimento de paixão genuína e de pura felicidade!... Talvez por estarmos rodeados de amigos, colegas e professores que nos transmitem um bem-estar que proporciona um trabalho mais eficaz e que nos dá muita satisfação.

Maria Elisa, Maria do Mar, Francisco May,

Diogo Ferraz, Cláudia Costa e Letícia Fernandes

Uma análise desta produção escrita faz emergir dois tipos de informação – a que diz respeito às aprendizagens e a que respeita aos sentimentos e emoções experimentadas.

Assim, emergem três categorias no que respeita ao significado atribuído por estes jovens às suas vivências no SPAR – **aprendizagens** e seu **significado**, por um lado, e **emoções/sentimentos** experienciados, por outro.

Significado atribuído pelos risonhos às suas vivências no SPAR

Aprendizagens alcançadas ou a alcançar

No que respeita a esta categoria, podemos ver que, associadas à noção de aprendizagem, surgem termos e expressões como «construir» ou «incorporar», o que sugere a realização de determinadas ações físicas por parte dos participantes; por outras palavras, a cognição e a manipulação parecem ter um significado entrelaçado para estes participantes. Na situação em estudo, as palavras dos participantes mostram-se em total harmonia com o que se pôde observar também na atividade deste grupo – a construção de conhecimento realizou-se sempre em paralelo com a manipulação de objetos físicos ou objetos virtuais, através de *software*. Outro indicador que também aparece neste grupo é a valorização das «oportunidades de aprender coisas novas», um aspeto que funciona como um íman para estudantes com uma curiosidade tecnológica mais aguçada.

Significado autêntico das atividades

Encontramos também elementos de natureza diferente e que aparentam ter uma enorme importância para estes jovens: uma característica que vai escasseando na escola convencional – a autenticidade das atividades a que os alunos são expostos: «imensas oportunidades de aprender coisas novas», bem como «trabalho mais eficaz e que nos dá muita satisfação».

Emoções/sentimentos experienciados

No não muito longo período de tempo que passaram no SPAR, alguns destes jovens do grupo dos *risonhos* interiorizaram profundamente aquilo que alguns de nós chamamos de “espírito do SPAR”, algo difícil de definir, mas que nos prende e faz crescer um tipo de relações humanas que, admito, possam não ser muito comuns na escola. Assim, e no que concerne a esta categoria, alguns elementos importantes revelam-se nas palavras utilizadas por estes participantes para descreverem as suas vivências no SPAR: «divertida», «paixão genuína», «bem-estar», «pura felicidade».

6.2.5. Eliano – pelo silêncio se move

O Eliano ingressou no SPAR a meio do décimo primeiro ano e escolheu trabalhar num dos mais recentes desafios – o sensor de movimento *Microsoft Kinect* e a sua eventual aplicação ao projeto de Condução Autónoma. Teve que pesquisar muita informação na Internet já que pouco se sabia deste tipo de sensor, que se mostra na figura 65 e da forma como poderia ser aplicado àquele projeto.



Figura 65 - Sensor de movimento Microsoft Kinect

Conhecia o Eliano desde setembro, já que era meu aluno em duas disciplinas, e entendia um aspeto muito peculiar da sua personalidade – na presença de várias pessoas era incapaz de se exprimir oralmente. Não se tratava de antipatia, mas, ao invés, de uma aversão que o embaraçava. Várias vezes, enquanto professor, lhe dirigi a palavra, lhe coloquei alguma questão ou uma mera provocação, mas o Eliano respondia quase sempre apenas com discretos movimentos dos dedos e dos lábios. Não o querendo perturbar, aprendi a dirigir-me a ele e falar-lhe de modo a que só ele ouvisse e, dessa forma, obtinha resposta audível, desde que aproximasse suficientemente o ouvido da sua boca.

Outras características do Eliano que o investigador recorda muito intensamente são o seu cativante sorriso e as questões, quase sempre difíceis, que ele me colocava depois de todos os outros alunos terem saído da sala. Era assim, sem outras pessoas presentes, que o Eliano se sentia confortável para falar do que lhe ia na cabeça – sempre ideias e projetos mentalmente muito bem elaborados.

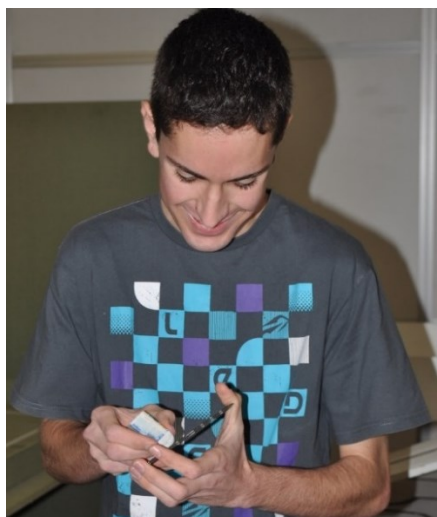


Figura 66 - Sempre com um sorriso, o Eliano faz um “milagre” com memória RAM

O Eliano tinha conhecimentos profundos sobre tudo o que tinha a ver com computadores, sendo frequente colegas e professores pedirem-lhe ajuda quando alguma coisa não funcionava; a figura 66 mostra o Eliano a fazer um “milagre” com uma placa de memória RAM, usando uma simples borracha de apagar.

Estando vários colegas na sala, quase todos falavam, e de forma bastante audível, ao passo que o Eliano nunca se ouvia; não conversava com os colegas, mas “falava” o que, para ele, tem um significado bem diferente. Ele falava por vezes com o coordenador e também com a Maria, uma das meninas do grupo *risonhos*, como se regista na figura 67; curiosamente, fazia parte deste grupo um outro participante de sorriso encantador e poucas falas, o Francisco. Também ele se dava bem com o Eliano, já que frequentemente trocavam impressões em tom que só eles conseguiam escutar.



Figura 67 - O Eliano numa das raras interações com outros participantes

Abordei-o uma ou duas vezes, perguntando-lhe como estava a correr a sua pesquisa e, como era seu hábito, esboçava um sorriso e balbuciava uma curta frase que eu mal conseguia ouvir⁵⁴. O Eliano tinha imensa dificuldade em falar, eu já sabia e, por essa razão, não insistia com perguntas que apenas o agitavam e a mim, enquanto investigador, nada de novo traziam. Para saber mais, combinámos uma entrevista num momento e num local onde houvesse garantia que mais ninguém estivesse por perto, dada a sua aversão a falar na presença de outras pessoas.

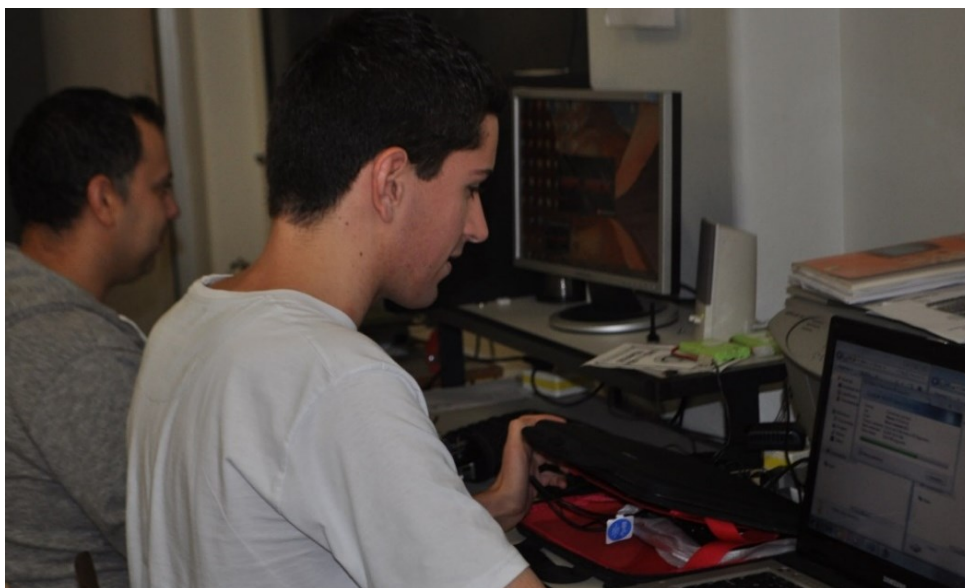


Figura 68 - O Eliano desenvolvendo uma aplicação para a Kinect

Tal como sugere a figura 68, o Eliano fez inúmeras experiências com a câmara e respetivo *software* das quais resultou a possibilidade de filmar uma ou várias pessoas e projetar num ecrã uma imagem, recriada digitalmente, em que as diferentes partes do corpo humano eram representadas por círculos e segmentos articulados entre si. Já tinha visto algo semelhante em programas de análise de desempenho físico de atletas de alta competição; o Eliano, muito discretamente como é seu hábito, avançou bastante no trabalho de pesquisa nesta área tão complexa quanto inovadora e criou aplicações novas, dentro das suas possibilidades.

As figuras 69 e 70 e os clipes [Kinnet 1](#) e [Kinnet 2](#) mostram dois momentos de interação espontânea de alunos e professores com a câmara *Kinect* durante uma demonstração na Escola de Santo António.

⁵⁴ O Clipe [Eliano 1](#) ilustra este aspeto.



Figura 69 - A Kinect numa demonstração na Escola de Santo António



Figura 70 - Outro momento da demonstração

Enquanto seu professor, já me tinha apercebido da sua elevada capacidade cognitiva; aqui, observando o seu trabalho e os resultados alcançados, encontro uma outra aptidão – a de investigar autonomamente assuntos novos de elevada complexidade.

Esta aptidão foi amplamente testada alguns meses depois, quando o Eliano decidiu desenvolver o seu projeto final de curso recorrendo ao espaço e ao apoio do SPAR. O projeto que escolheu estabelecia um poderoso desafio – construir um inversor. Em traços gerais, trata-se de um sistema elétrico que converte corrente elétrica contínua de baixa tensão (24 Volt, por exemplo), como a que é gerada por uma bateria, numa tensão semelhante à da rede elétrica, ou seja, com um nível muito superior (230 Volt), e forma alternada sinusoidal, bidirecional, portanto. O dimensionamento deste projeto é complexo, não sendo fácil encontrar documentação compreensível para um aluno do

Ensino Secundário, tal como o Eliano veio a verificar, sobre um projeto com todas as características de um trabalho de nível avançado do Ensino Superior.

No final do projeto, para melhor compreender o alcance do trabalho do Eliano, cuidei de triangular os meus dados com os do coordenador. Tudo o que tinha avaliado em termos de complexidade do projeto e esforço do Eliano foi comprovado e ampliado em termos de intensidade e extensão. Em resumo, o coordenador confirmou que *este não é um projeto de Ensino Secundário nem acessível, em princípio, a alunos neste nível de ensino*; confirmou, ainda, que o Eliano *utilizou como fontes de estudo sobretudo várias teses de mestrado* envolvendo projetos idênticos. Estudou vários documentos, mormente em língua inglesa, já que *em português pouca informação se encontrava disponível*.

Algumas vezes o Eliano teve que recorrer ao coordenador para este o ajudar a interpretar conceitos de eletrónica avançada, mais difíceis de alcançar sem esse apoio. Tal apoio, nitidamente atuação na ZDP, deve ter sido imprescindível à continuidade do projeto do inversor já que é altamente improvável, mesmo para alguém tão dotado e tão focado quanto o Eliano, conseguir compreender os conceitos avançados inerentes às operações físicas que os sistemas eletrónicos do inversor têm que realizar.

Depois de concluídos os dimensionamentos e todos os cálculos envolvidos no projeto, o Eliano deu início à montagem de um protótipo, fez a bobinagem da indutância necessária ao sistema e, seguidamente, foi realizando testes parciais aos diferentes subsistemas do inversor. Montava o módulo da geração da corrente elétrica dos sinais triangulares, depois da onda quadrada, e assim sucessivamente, foi testando cada um dos diferentes módulos.

Superada a fase de testes, procedeu à montagem integrada de cada um desses módulos, procedeu às necessárias afinações para que o resultado final fosse o pretendido e, desta forma, o Eliano conseguiu concluir o projeto dentro do prazo.⁵⁵

No que respeita à concretização das diferentes fases deste projeto, sobressaem uma rigorosa disciplina e uma notável capacidade de investigação e de descoberta, conclui-se da observação e da opinião do coordenador do projeto.

Todos os subsistemas do inversor foram montados em placas de montagem de componentes e fixados numa base rígida. Este projeto não contemplou o desenho do circuito impresso, pelo que todos os componentes podem ser retirados das respetivas

⁵⁵ Ilustrado pelo clipe [Eliano 2](#), realizado no decorrer da *Semana dos Clubes 2016*.

placas e reutilizados em outros projetos. Por razões de ordem económica e ambiental, a desmontagem seria o que mais provavelmente sucederia a qualquer projeto que tivesse sido concretizado desta forma; contudo, tal não sucedeu com o protótipo do inversor. O coordenador do SPAR, de tal forma considera este projeto excecional, que o conserva tal qual o Eliano o concluiu anos antes, num armário da arrecadação. A figura 71 resulta de uma fotografia recente, recorrendo precisamente ao valioso artefacto convenientemente zelado pelo coordenador do SPAR.

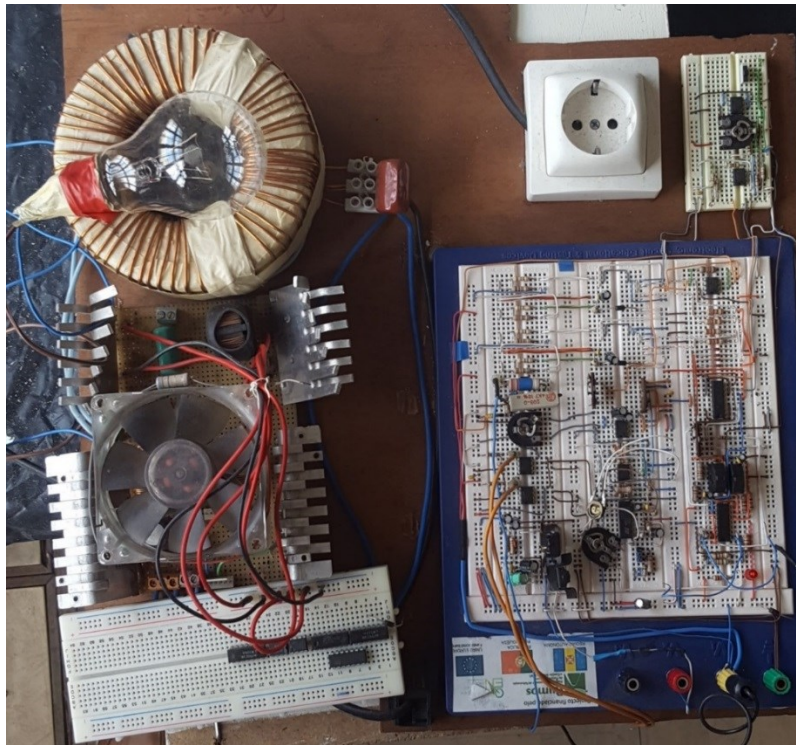


Figura 71 - Montagem final de todos os subsistemas do inversor

Síntese

O Eliano tem uma personalidade muito peculiar e os contributos que se seleccionaram para o enriquecimento do nosso estudo advêm, igualmente, dessa característica. Assim, no que respeita a uma categoria emergente no diálogo com todos os participantes, aparece-nos a primeira dessintonia, já que todas as referências do discurso são de sinal negativo:

Convívio com os colegas:

Eu passo mais ou menos sem conviver (...)

Conversar é pouco... Às vezes está muita gente e fica uma atmosfera um pouco esquisita... é mais o facto de não gostar de estar ao pé de muita gente, é uma coisa pessoal.

Apoio estável do coordenador

Mais uma vez, este parece ser um fator especialmente importante para o participante que precisa de aprender e construir algo de novo no SPAR. Nesta categoria há dados deveras interessantes que merecem alguma reflexão suplementar. O primeiro refere-se a um aspeto pouco referido por outros participantes, a possibilidade de o coordenador e o aprendente serem **parceiros na aprendizagem**:

Quando os professores têm dificuldade em resolver algum problema, fazemos investigação em conjunto; assim, é mais fácil de perceber e de interpretar quando encontramos algum documento com interesse.

Processos metacognitivos

Outro aspeto a sublinhar está ligado a algo que se observou regularmente, mas que adquiriu outra importância quando verbalizado por este participante:

O professor tenta dar dicas sobre o que se deve fazer de modo a que eu tente lá chegar sozinho. Normalmente resulta, mas depende muito da dificuldade dos projetos.

Significado das atividades escolares e das atividades do SPAR

Apesar de tão jovem e de algumas dificuldades de aprendizagem relacionadas com a dificuldade em se expressar, o Eliano revela um raro pensamento reflexivo, sereno e lúcido, sobre a escola e sobre o próprio SPAR:

A maior parte do que se ensina na escola acaba por não ter cabimento lá fora; estou a falar principalmente das disciplinas fora da área técnica.

Acho que o SPAR é mais parecido com o mundo. No SPAR lidamos com aspetos que são essenciais.

O pensamento e as palavras do Eliano parecem refletir muito fielmente o sentimento próprio e o de muitos dos seus colegas; trata-se da constatação da artificialidade do ambiente escolar a par da noção de inutilidade da maior parte das atividades propostas (impostas) aos estudantes.

6.2.6. Alexandre e Herculano – parceria perfeita

O Alexandre e o Herculano, dois alunos do Curso Profissional de Eletrotécnica, cedo começaram a ser presença habitual no SPAR. Já na primavera, durante uma demonstração na Escola Horácio Bento de Gouveia, foram estes dois participantes os principais assistentes de serviço à demonstração.

A figura 72 mostra estes dois participantes demonstrando o funcionamento de algo que eles construíram no SPAR: um veículo todo o terreno comandado através de uma aplicação para *smartphone* que permitia a qualquer aluno experimentar as suas aptidões de condutor daquele estranho carro numa pista repleta de obstáculos.



Figura 72 - Campo para robôs todo o terreno

No final da manhã, desmontámos a exposição e regressámos à escola. Desta vez, eu e o Jorge tivemos que dar boleia ao Alexandre e ao Herculano; com tanto material para trazer de volta para a escola, foi uma operação curiosa a de instalar tudo e todos no pouco espaço do “305”! Nunca tantos caixotes cheios de tecnologia devem ter viajado ao colo de dois rapazes literalmente espremidos nos assentos de trás, como mostra a figura 73.

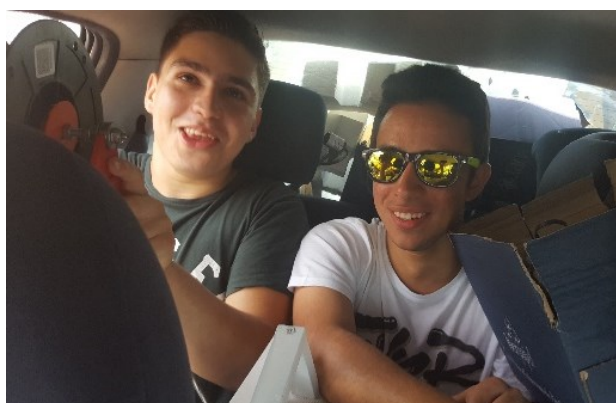


Figura 73 - Regresso: como sardinhas em lata

No início do ano letivo seguinte (2017/18), patente que foi a segunda falsa partida na redação da tese, novamente por motivos de saúde, decidi continuar a realizar observações muito focadas em eventos particulares do SPAR e nestes dois participantes que tinham despertado a minha curiosidade. O projeto que ambos abraçaram é o da pista de provas para robôs do tipo veículos de todo o terreno. Em diferentes momentos, foram configurando a pista com vários obstáculos incluindo lombas, rampas, escadas, além de curvas apertadas e outras dificuldades que foram testando e aperfeiçoando.

Em novembro de 2017, durante o evento Ciência no Mercado, o Alexandre e o Herculano ajudaram a preparar tudo o que era necessário levar para o evento, estiveram presentes quer na montagem da bancada do SPAR, quer em todo o tempo que durou o evento. Participaram ativamente mostrando o funcionamento de vários robôs, em especial os [todo o terreno](#) da *Legó Mindstorms* e a nova [impressora 3D](#) oferecida por um grupo empresarial da Região.

Sempre que tinham crianças interessadas, passavam-lhe o *smartphone* para que controlassem um dos veículos todo o terreno através da aplicação que desenvolveram para esse efeito; a figura 74 mostra um desses momentos.



Figura 74 – Criança controlando o robô com *smartphone*

Em abril de 2018, durante a Semana das Tecnologias e dos Clubes, Núcleos e Projetos, estes dois membros do SPAR tiveram uma participação muito efetiva. A pista que tinham construído ao longo dos últimos meses e os modelos de robô todo o terreno são artefactos que marcaram presença de peso, como mostra a figura 75.



Figura 75 - A pista e dois protótipos todo o terreno

Sendo uma mostra interativa, os visitantes usam a aplicação para *smartphone* para conduzir o veículo na pista de obstáculos, como se vê na figura 76.

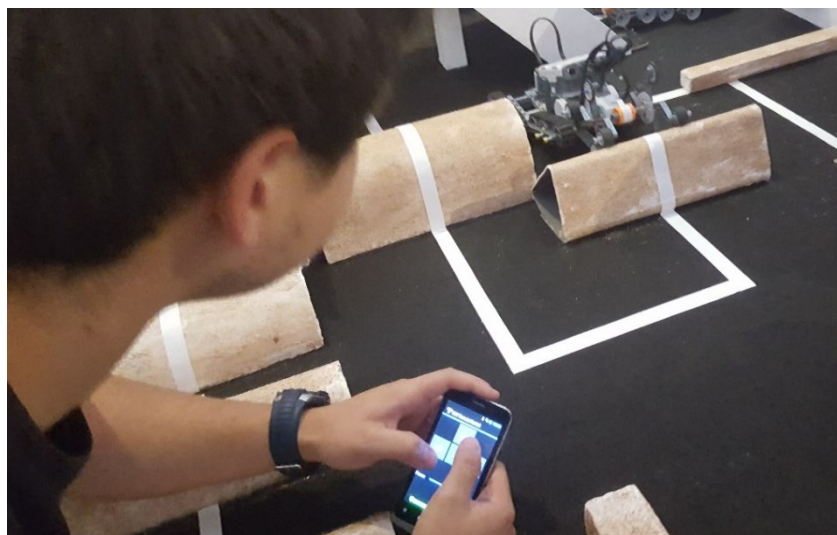


Figura 76 - Controlo do robô por *smartphone*

Em maio, numa demonstração na Escola Bartolomeu Perestrelo, novo registo da enorme disponibilidade destes dois membros do SPAR na preparação da deslocação e na subsequente demonstração. Claramente, são os mais ativos e os mais multifacetados membros do projeto; estão sempre prontos a colaborar em qualquer iniciativa onde o

SPAR esteja representado e demonstram o funcionamento de qualquer um dos diferentes sistemas do projeto. Na figura 77 demonstram o funcionamento dos robôs futebolistas, enquanto os clipes [TodoTerreno_1](#) e [TodoTerreno_2](#) ilustram o comando dos robôs todo o terreno.



Figura 77 - Demonstrando os robôs futebolistas

Dias depois, na Escola Domingos Dias, como se pode ver na figura 78, o mesmo empenho era patente na atitude paciente e afetuosa destes dois membros do SPAR.



Figura 78 - Com crianças mais pequenas, a demonstração com afeto

Com a chegada do ano letivo 2018/2019, começa o período em que o Alexandre e o Herculano vão ter a oportunidade de se dedicarem com mais tempo à reformulação do seu projeto de pista de veículos de todo o terreno, tornando-a numa verdadeira pista tecnológica, isto é, uma pista que incorpora sistemas tecnológicos de *hardware* e *software*

para acompanhar e controlar a prova de cada competidor. Tratando-se de um projeto completo, estes dois participantes irão também definir as regras que compõem o regulamento da prova e as características dos veículos admissíveis a concurso.

Optaram por alterar os regulamentos de modo a contemplarem três mangas com graus de dificuldade crescente; concomitantemente, reformularam o projeto construtivo da pista de forma a tornarem modular a sua montagem, para que fosse transportável, ao mesmo tempo que facilitavam as diferentes configurações, instalando e desinstalando facilmente os redesenhados obstáculos.

Neste processo de resposta a novos desafios, esta equipa revelou um progressivo incremento das aptidões de planeamento das ações a encetar, de flexibilidade das soluções a adotar, bem como de identificar as aprendizagens necessárias para desenvolver as fases seguintes do projeto.

Durante os breves encontros da última etapa da investigação, fui acompanhando algumas fases do trabalho destes dois participantes e confirmando algumas das suas particularidades:

- Total **disponibilidade** para participar em todas as atividades do SPAR, quer internas, quer externas;
- Crescente aptidão para o **trabalho em equipa**;
- Progressiva ampliação da **autonomia**;
- Assinalável **destreza manual**;
- Rápida aprendizagem de complexas **ferramentas de software**;

Um episódio, menos insólito do que elucidativo, ocorreu quando me dirigi à sala do SPAR para ver se o meu colega Jorge lá estaria; queria falar com ele e, antes de lhe ligar, passei por esta sua segunda casa para ver se ele lá estaria. Bati à porta, abriu o Alexandre; «O professor Jorge não está cá, mas quer falar com ele, professor? Tome-o lá!» E passa-me o *smartphone*, com o Jorge em videoconferência! O Jorge... com a bebé de um mês ao colo! Fartei-me de rir e disse-lhe que não era nada, depois ligava-lhe. O caricato deste episódio foi a minha surpresa ao ver o Jorge e a bebé Julieta no ecrã do *smartphone*, quando deviam estar a fruir a merecida licença de paternidade. Porém, o Jorge é assim mesmo: os “miúdos” precisavam de apoio, ligaram-lhe e aí estava ele a ver o que se passava, a tentar perceber qual era o problema e, a partir de sua casa, ia dando o apoio de que estes dois participantes necessitavam agora, no exato momento da dificuldade.

Desculpe o leitor o sublinhado, não é hábito do autor tal forma de acentuar ideias ou partes de um discurso; esta é mesmo uma situação excepcional e creio que se compreende a razão – o coordenador é apenas humano, mas não se furta a tentar estar sempre disponível para apoiar os participantes que trabalham no SPAR.

Grande parte do trabalho de planeamento da construção de artefactos faz-se atualmente no SPAR recorrendo a sofisticadas ferramentas de modelação 3D; o Alexandre e o Herculano aprenderam a utilizar este tipo de programas para criarem modelos virtuais quer da pista (figura 79), quer de todos os elementos das peças de plástico do pórtico, que foram individualmente desenhadas, à escala, por estes dois participantes.

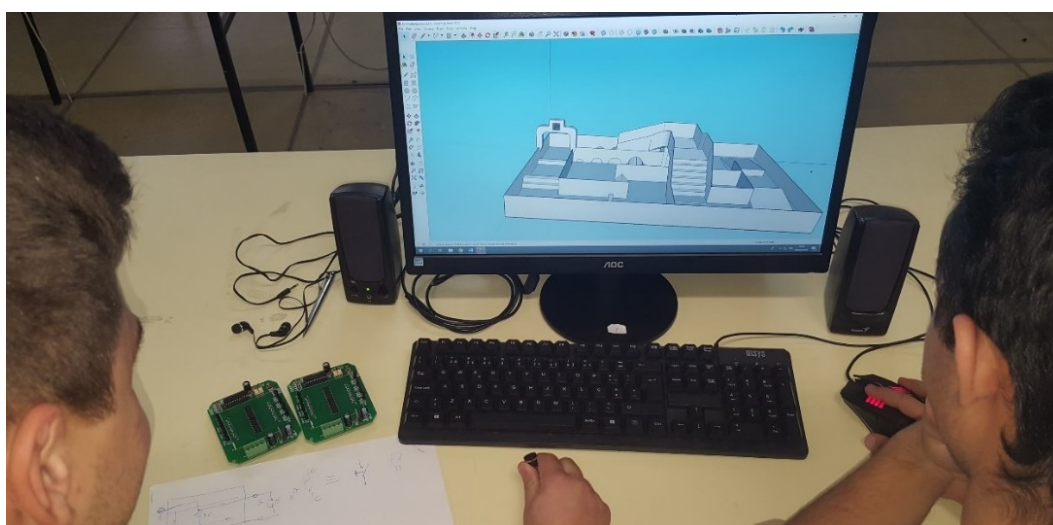


Figura 79 - Modelação 3D – pista

Numa das sessões de trabalho, estive ao lado deles enquanto o Herculano realizava as medidas de uma placa eletrónica Arduino e o Alexandre ia desenhando cada um dos segmentos da peça que iria envolver a tal placa eletrónica. Estive cerca de vinte minutos simplesmente observando o meticuloso trabalho e, confesso, fiquei com os olhos extenuados; para desenhar cada face, visível ou oculta, para ser materializada na impressora 3D ou para ser cavidade, obrigava a movimentos ora de reorientação da imagem, ora de ampliação ou diminuição, utilizando quase sempre a função *zoom* do programa, para além de uma série de outras operações que o Alexandre ia rapidamente realizando à medida das necessidades, como ilustrado nos clipes [Alex&Herc_1](#) e [Alex&Herc_2](#).

Ao fim deste tempo, parecia que não tinham avançado nada no desenho desta caixa; noutras visitas, vi-os ainda absorvidos por este desenho que, aliás era apenas uma parte de um conjunto muito mais vasto de peças a desenhar com todo o rigor.

A figura 80 mostra um ecrã onde aparecem parte dessas peças. Intrigado, mais tarde quis saber quanto tempo levou a desenhar apenas esta pequena caixa e a estimativa que me deram apontou para algo entre as oito e as dez horas.

Esta última informação é útil para se ficar com uma ideia mais clara do tempo necessário para concretizar a maioria dos projetos do SPAR, o que revela a magnitude de um dos mais importantes indicadores da dedicação e da motivação dos participantes.

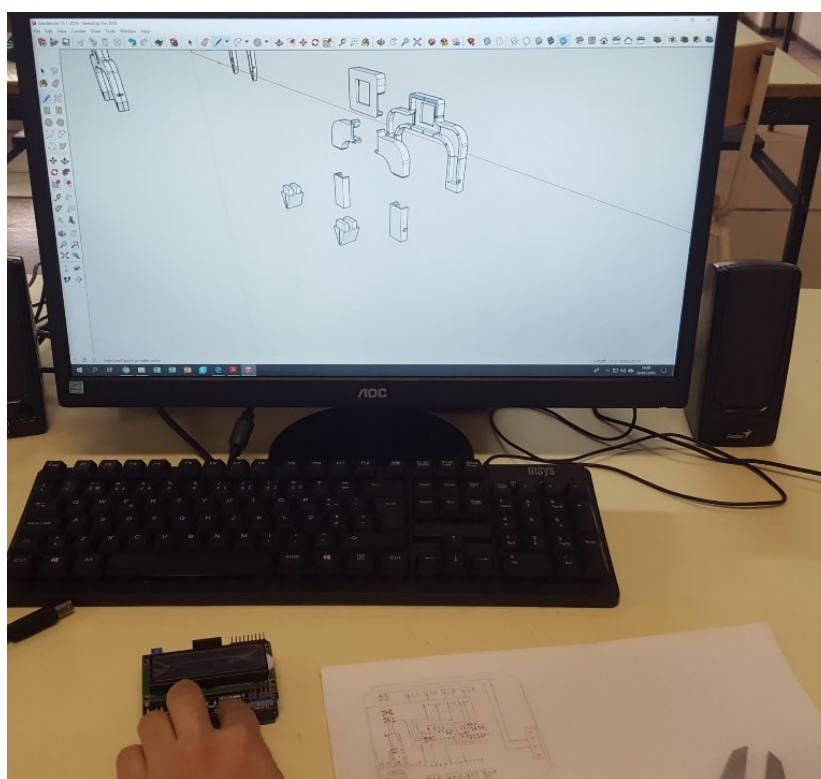


Figura 80 - Modelação 3D – peças da caixa do Arduino

Para melhor se compreender esta etapa do trabalho da equipa, apresentam-se algumas imagens que documentam esse trabalho de planeamento com recurso à modelação 3D: as figuras 81 e 82 são diferentes perspetivas da pista de competições na sua atual versão; a figura 83 mostra o pórtico “inteligente” a instalar na extremidade da pista; a figura 84 mostra a caixa que esconde o “cérebro” do sistema, o microcontrolador Arduino e alguns componentes acessórios.

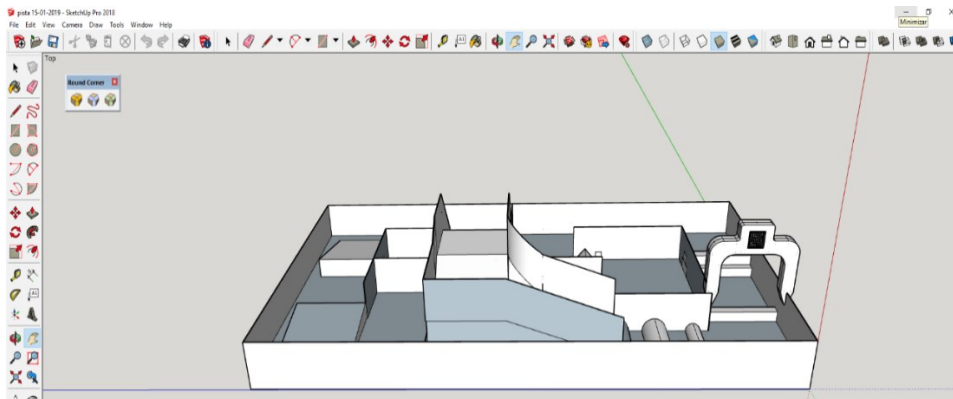


Figura 81 - Modelo 3D – pista I

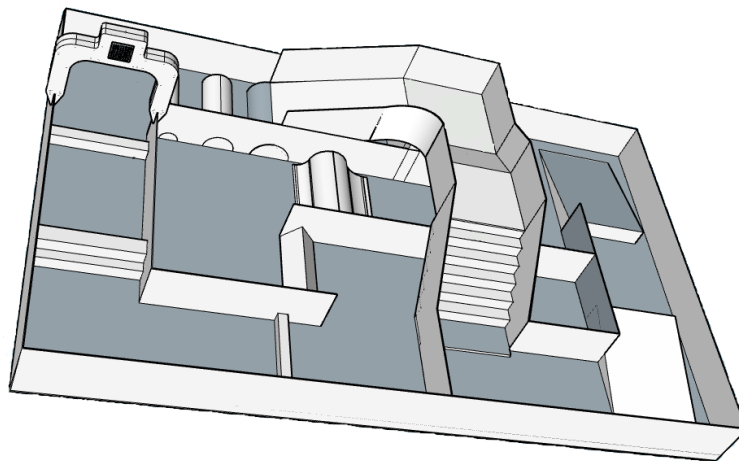


Figura 82 - Modelo 3D – pista II

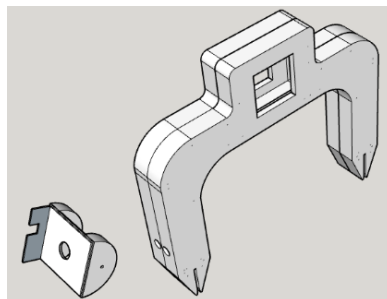


Figura 83 - Modelo 3D – pórtico

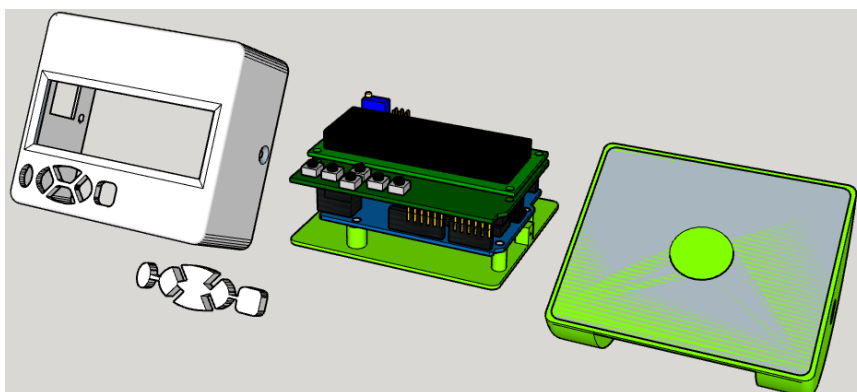


Figura 84 - Modelo 3D – microcontrolador

A modelação 3D constitui uma etapa fundamental do projeto do Alexandre e do Herculano; uma vez concluída, permite-lhes ter uma visão de conjunto de todo o sistema e autoriza a etapa seguinte, a prototipagem rápida, ou impressão 3D, das peças não metálicas de que necessitam. Por outras palavras, estes dois participantes podem já “fabricar” todas as peças para o seu projeto, tendo previamente garantido o seu desenho rigoroso. Tendo já investido algum tempo no estudo do *software* necessário para os processamentos necessários, a fase de impressão decorreu sem grandes contratemplos.

Analogamente com o que se fez relativamente à etapa anterior, apresenta-se um conjunto de imagens que documenta a fase pós impressão 3D. As figuras 85, 86 e 87 documentam três momentos de montagem de componentes eletrónicos da zona central do pórtico, onde fica instalado o painel de LED: apenas com dois LED de retroiluminação; aberto, já com o painel de LED de visualização, ou *display*; fechado, operacional.

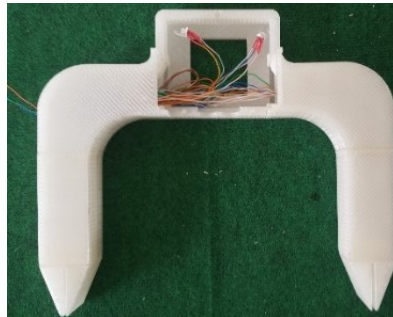


Figura 85 - Pórtico - I

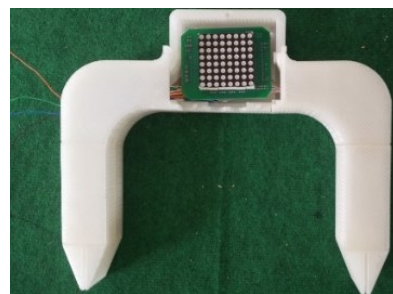


Figura 86 - Pórtico - II

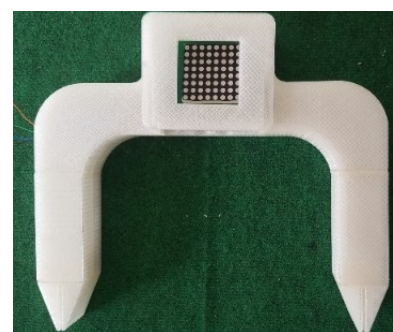


Figura 87 - Pórtico - III

A figura 88 mostra a caixa de comando, contendo o microcontrolador Arduino; a figura 89 mostra duas outras peças desenhadas com funções específicas neste sistema – tampa posterior e acessório de apoio.

De notar o efeito texturado em forma de malha destas peças, típico de uma impressão 3D cujo objetivo principal é a leveza e poupança no consumo de material de impressão, em detrimento da qualidade ou definição dos acabamentos.



Figura 88 - Caixa de comando / Arduino

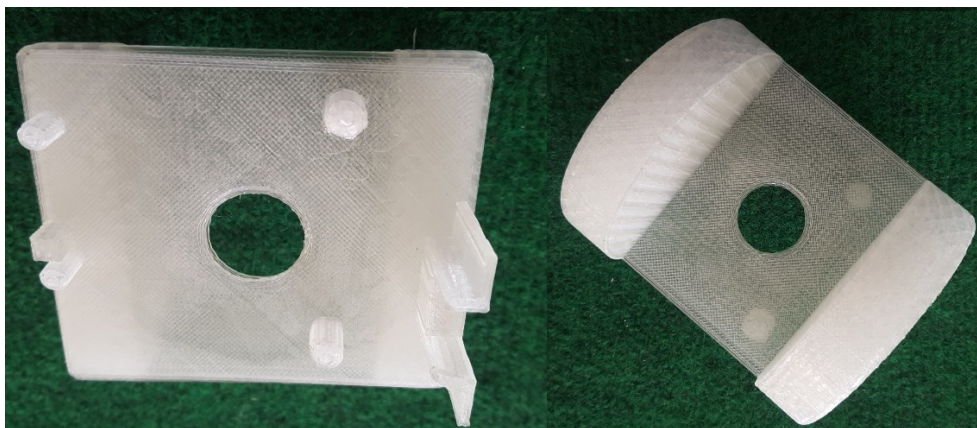


Figura 89 - Outras peças criadas por impressão 3D

Nesta página temos mais duas imagens que ilustram a prototipagem rápida e a eletrônica do sistema: a figura 90 mostra o interior do pórtico com todo o seu conteúdo tecnológico, a cablagem e o conjunto de LED para retroiluminação. A figura 91 mostra o pórtico já instalado na pista de ensaios.

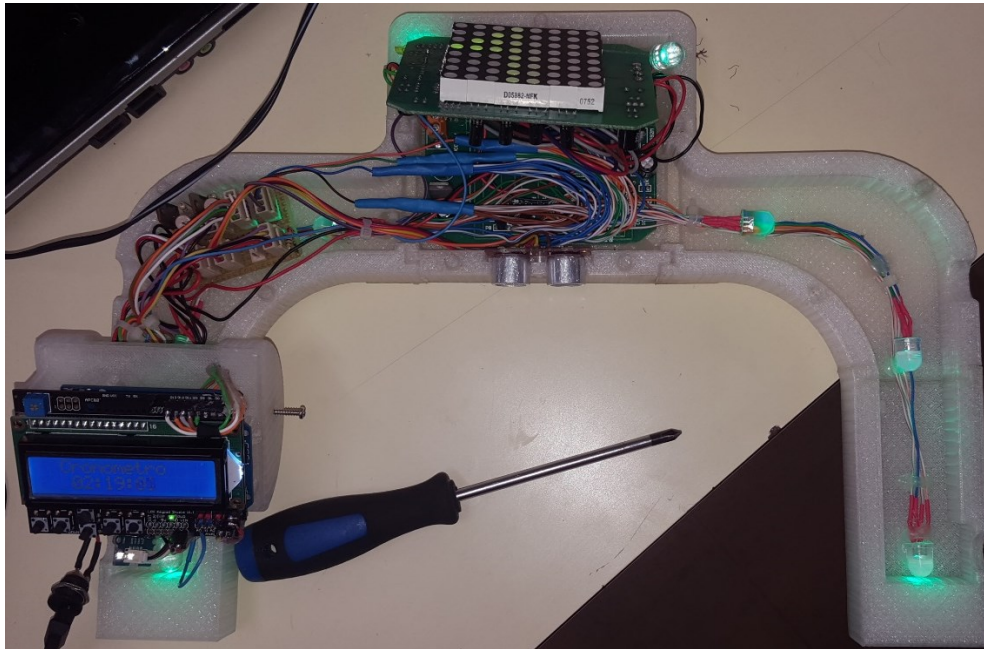


Figura 90 - Montagem do pórtico

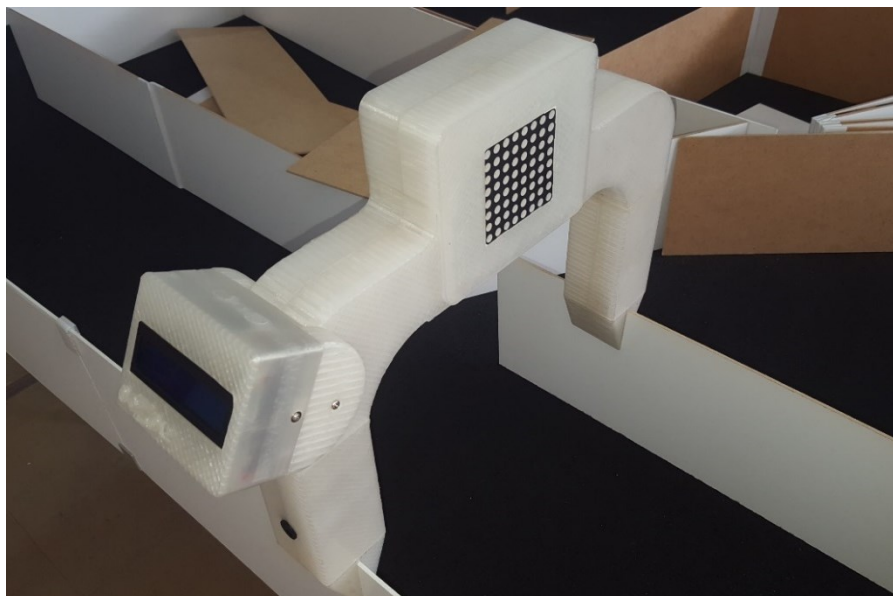


Figura 91 - Pórtico instalado na pista

A figura 92 mostra o protótipo melhorado, um robô *Lego* dotado de quatro sensores – dois de ultrassons, um *IR Seeker*⁵⁶ e um botão de contacto.



Figura 92 - Robô todo o terreno, na sua versão 2019

A figura 93 mostra a pista evidenciando a pequena espessura das paredes e a decomposição em segmentos de pequena dimensão para facilitar a sua rápida montagem.

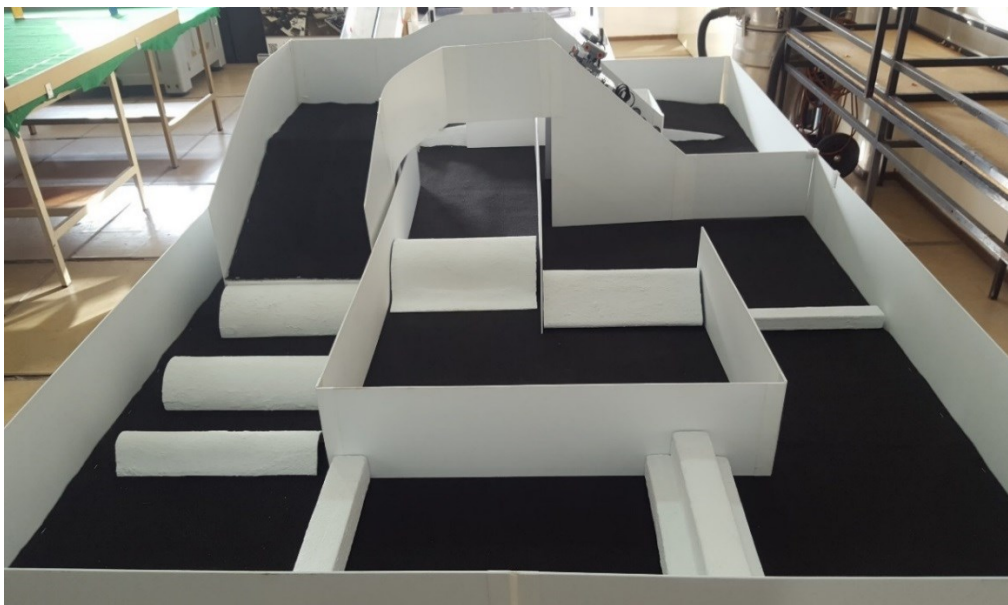


Figura 93 - Pista na sua configuração final

⁵⁶ Sensor de infravermelhos utilizado para detetar e ser detetado pelo pórtico “inteligente”. Os outros sensores têm a função de detetar obstáculos.

No que respeita à fase de testes, apresentam-se duas imagens que mostram o cronómetro a dar o início da prova, com os LED e a seta em verde (figura 94), e o cronómetro parado, com os LED e um X em vermelho, indicando o final da prova (figura 95).

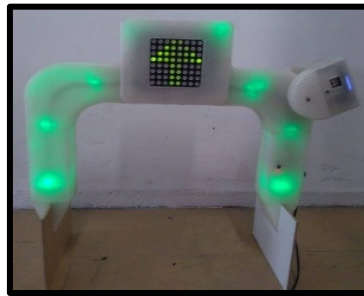


Figura 94 - Início da prova

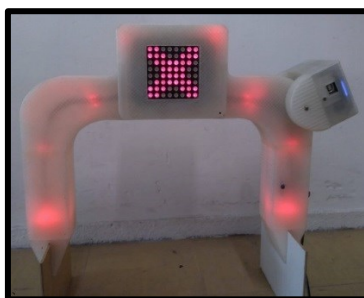


Figura 95 - Final da prova

A figura 96 mostra o início de uma listagem de 14 páginas de código em linguagem C para Arduino⁵⁷, desenvolvido para este sistema.

```
20190214 | Arduino 1.8.8
Ficheiro Editar Rascunho Ferramentas Ajuda

20190214

//Sistema de partida para a prova Safari

#include <Wire.h> //Biblioteca da comunicação I2C
#include <RTClib.h> //Biblioteca do relógio RTC
#include <LiquidCrystal.h> //Biblioteca do Display

#define SET A0 //Definição da entrada dos botões do display
#define sonar 0x70
#define ir 3
#define pwmled 11
#define red 12
#define green 13
#define starto A2
#define stopc A3

//Definições das variáveis
char buffer[10];
unsigned long time=0;
unsigned long timeSet=0;
long setTime=2000;
int adc_key_val[5] = {50, 250, 450, 700, 830 };
int NUM_KEYS = 5;
int adc_key_in;
int key=-1;
int oldkey=-1;
int minutenew = 0;
int minuteold = 0;
int out = 0;
int BACKLIGHT = 10;
int length = 0;
int start = 0;
int menu = 0;
int funcao=0;

int flag=0;
unsigned long mili = 0;
unsigned long milini = 0;
int sec = 0;
int minu = 0;
int secini=0;
int minuini=0;
int militemp;

RTC_DS1307 RTC;
LiquidCrystal lcd(8, 9, 4, 5, 6, 7);
```

Figura 96 - Programação - excerto

⁵⁷ No anexo 11 disponibiliza-se o programa completo, em ficheiro no formato pdf.

Logo após a conclusão do projeto, a equipa teve ensejo de demonstrar o funcionamento do projeto aquando da edição de 2019 da Semana das Tecnologias e dos Clubes, Núcleos e Projetos. As figuras 97, 98 e 99 ilustram momentos de uma dessas demonstrações, bem como ecrãs obtidos durante testes reais.

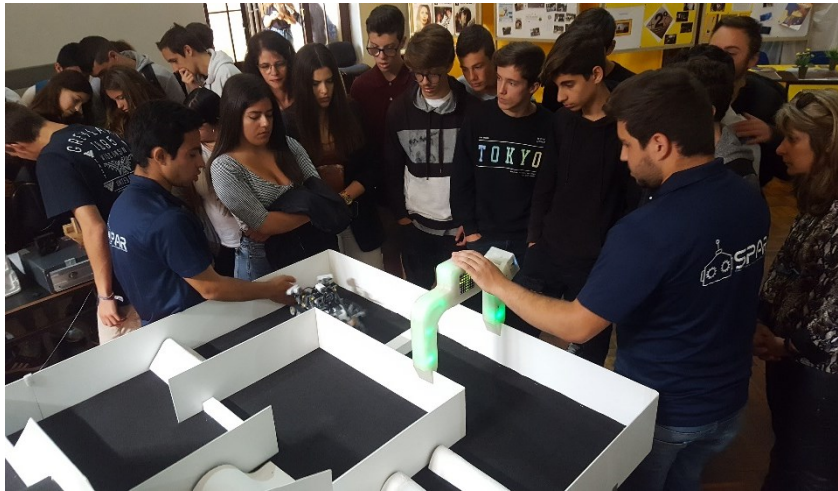


Figura 97 - Demonstração na “Semana”



Figura 98 - Teste de sonares



Figura 99 - Teste do cronómetro

Já depois de o Alexandre e o Herculano terem terminado a parte curricular do curso, houve uma oportunidade soberana de testar as novas funcionalidades da pista e do próprio robô construídos por esta equipa: o SPAR participou como convidado no evento Feira Tecnológica e a equipa coordenadora resolveu levar precisamente a pista construída pelo Alexandre e pelo Herculano testando, assim, também as suas novas funcionalidades – transportabilidade e facilidade de montagem. As duas imagens que se seguem evidenciam a superação plena destes dois desafios: a figura 100 mostra a pista montada numa qualquer mesa do espaço do evento, enquanto a figura 101 mostra um conjunto de crianças na expectativa de ver o início de prova de um dos veículos.



Figura 100 - Pista montada numa mesa vulgar



Figura 101 - As crianças, um público muito especial

Triangulação de informação com o coordenador

Segundo o coordenador, a partir da ideia da criação de uma pista todo o terreno, surgiu uma outra ideia – a de criar uma competição específica. Para tal, era necessário criar um conjunto de especificações e regras muito exclusivas e rigorosas. O nome desta competição, idealizada pelo Alexandre e pelo Herculano em articulação com o coordenador do projeto, é *Safari Madeira*.

O projeto concluído por estes dois participantes necessita de algumas otimizações, mas o essencial para iniciar uma prova está concluído. Acresce que se encontra num estado de desenvolvimento que permite que outro grupo de participantes possa vir a retomar o projeto com vista a novos desenvolvimentos sem ter de alterar significativamente o trabalho já realizado.

Síntese

Também neste caso, foi o desejo de fazer coisas diferentes e o acaso que atraíram estes jovens ao SPAR; assim, as primeiras atividades no SPAR, o desafio da montagem de robôs Lego capazes de competir numa prova de todo o terreno foi o mote que acabou por os juntar num propósito comum – a construção da pista.

Essa grande **motivação** começou ainda no décimo ano e foi o motor de toda a atividade destes dois participantes. Para concretizarem o projeto, precisaram de uma grande **dedicação**, cujo principal indicador é o **tempo** dedicado ao projeto; complementando os dados obtidos com os participantes, e no necessário esforço de triangulação, pedi ao coordenador que me desse uma estimativa do total de horas que estes participantes dedicaram ao projeto, apenas no último ano – setecentas horas, em cerca de sete meses de trabalho.

Além da motivação e da dedicação, o fator com mais significado para os participantes é o **apoio estável do coordenador**. As palavras e as expressões que utilizam para descrever a importância desse apoio são totalmente condizentes com as observações e com as conversas informais com participantes e coordenador. Pelo curioso da espontaneidade, fica um excerto do seu pensamento quanto a esta questão:

É uma alma que me ajuda a cabeça! (H)

É uma alma caridosa que me ajuda, se não (...) tem coisas que ia correr muito mal. (A)

Tal como a generalidade dos participantes do projeto, também estes dois apreciam a **possibilidade de fazer e construir com as suas próprias mãos**; esta parece ser também uma condição para fomentar a **criatividade**.

Este projeto sofreu muitas alterações nas funcionalidades e incluiu alguns requisitos inovadores; estas alterações foram exigentes no que respeita ao **planeamento**, já que muito do trabalho de prototipagem exige esse esforço através da modelação 3D. Por sua vez, estas ferramentas são muito sofisticadas e exigem um tempo apreciável de aprendizagem recorrendo unicamente a tutoriais *online* e aos processos de tentativa e erro, apelando a uma crescente capacidade de **autoaprendizagem**.

Estes participantes consideram este ser um **ambiente descontraído e informal**; um aspeto interessante surge quando o Herculano refere uma perspetiva mais extrínseca, ao referir que o ambiente do SPAR é «acolhedor», já que qualquer pessoa pode ali entrar e, certamente, se sentir bem acolhido.

Em resumo, no que às categorias de análise diz respeito, este pequeno grupo veio enfatizar ou trazer novos contributos essencialmente para as seguintes: motivação, criatividade, construir com as suas próprias mãos, ambiente descontraído e informal, ambiente acolhedor, apoio estável do coordenador, autoaprendizagem e planeamento.

6.2.7. David – antes do SPAR, o meu limite era ser empregado de mesa!

Já ia avançado o ano letivo de 2013-2014 quando o Jorge me anuncia: *Firmino, vamos ter um novo projeto no SPAR – uma impressora 3D!* Arregalo os olhos perante a novidade e fiquei a saber mais pormenores. Um aluno apareceu aqui com vontade de desenvolver esse projeto; havia já uma impressora igual na Universidade da Madeira e iríamos ter a colaboração de um colega que lá estava a trabalhar nesse projeto – por sinal um meu ex-aluno com quem mantinha e ainda hoje mantenho excelentes relações. Mais, tratava-se de um sistema *open source*, ou código aberto, querendo com isto dizer, de forma muito resumida, que teríamos acesso livre à documentação e ao código (programas) associado ao funcionamento da impressora.

Foi nessa altura que fiquei a conhecer o tal novo membro do SPAR, o David. Era aluno de um curso desenhado para o prosseguimento de estudos, nunca tinha frequentado o SPAR e nele ingressou exclusivamente com este objetivo – montar e pôr a funcionar uma impressora 3D. O David era um rapaz afável, muito bem-educado e tinha sempre um sorriso fácil; estas características facilitaram imenso a comunicação que, entretanto, fomos fortalecendo. Andava sempre muito ocupado: além das suas obrigações de estudante do décimo primeiro ano, tinha que pesquisar imensa informação sobre a forma de montar este equipamento, procurar soluções para os problemas que iam surgindo e, amiúde, discutir os avanços e recuos do projeto com o coordenador do SPAR que, por sua vez, também ia fazendo o seu próprio percurso de aprendizagem.

As imagens que se seguem documentam o processo de montagem da impressora; assim, a figura 102 mostra algumas peças avulsas, antes do início da montagem; a figura 103 corresponde já às primeiras montagens de partes da estrutura da impressora; a figura 104 mostra a estrutura principal da impressora 3D completamente montada; a figura 105 mostra a impressora num estágio mais avançado de construção.⁵⁸



Figura 102 - Peças da impressora 3D

⁵⁸ O manual de montagem da impressora pode encontrar-se no Anexo 12.

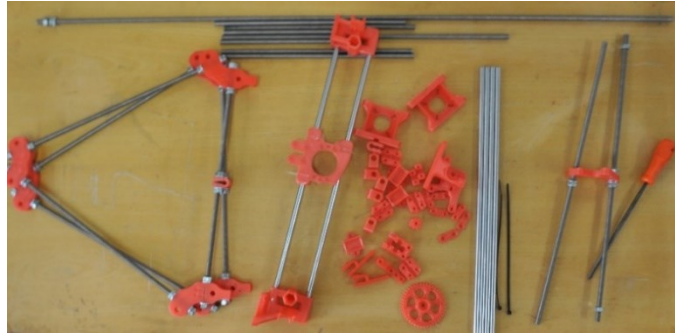


Figura 103 - Primeiras montagens da estrutura da impressora

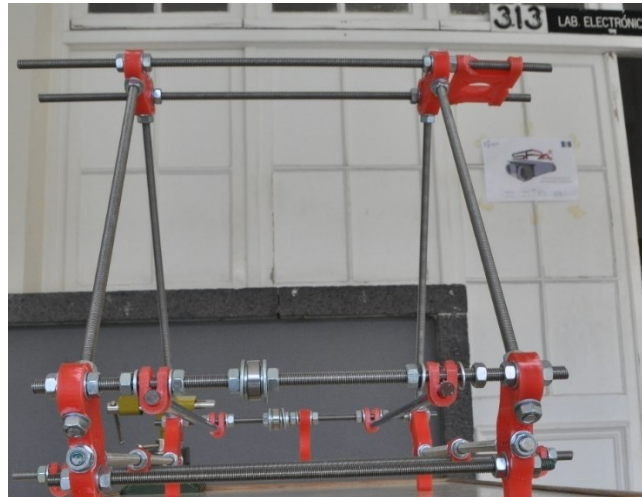


Figura 104 - Estrutura principal da impressora 3D

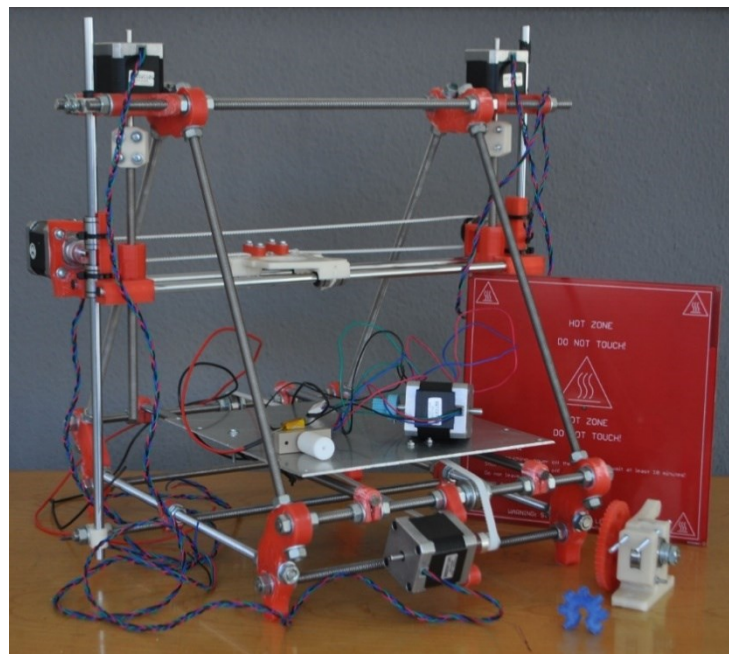


Figura 105 - Estádio mais avançado da construção da impressora

Das inúmeras e intensas sessões de trabalho observadas, há que registar a extraordinária determinação do David. Estava-se já perto do final do ano letivo, com dois exames muito em breve, e, mesmo assim, ele parecia estar sempre ali!

A figura 106 mostra o David e o coordenador discutindo pormenores da montagem da impressora, sob o olhar atento de outros dois participantes. A figura seguinte mostra o David executando uma exigente tarefa manual.



Figura 106 - David e coordenador discutem pormenores da montagem



Figura 107 - David executando tarefa manual

Creio que tanto eu como o Jorge, enquanto coordenador geral do projeto SPAR, experimentávamos um breve, porém intenso sentimento, difícil de categorizar, talvez próximo da vaidade. O caso não era para menos: tanto quanto sabíamos, éramos nós, o SPAR e a Universidade da Madeira, os pioneiros da impressão 3D na Região! E não era uma coisa comprada e pronta a usar, não! Tudo, mesmo tudo, estava a ser feito de forma artesanal por nós mesmos, principalmente pelo David, um de nós.

A figura 108 mostra o grupo SPAR, muito satisfeito com a sua nova frente de trabalho, em primeiro plano e ainda longe da sua fase final de construção. A imagem seguinte mostra o David a trabalhar e, em primeiro plano, o membro afetivo do SPAR desse ano, um aluno que vem ao projeto simplesmente porque é recebido com amizade e respeito.

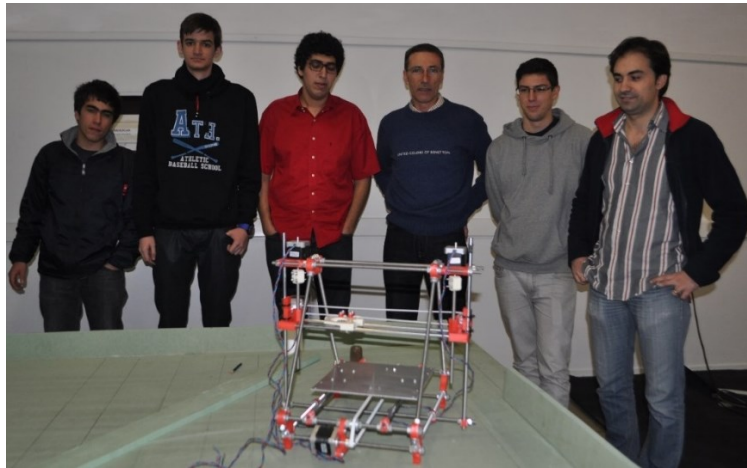


Figura 108 - A impressora 3D era o orgulho do SPAR



Figura 109 – Alexandre, o membro afetivo do SPAR

No final do ano letivo, logo que concluída a primeira etapa, o David ainda conseguiu tempo e energia para os primeiros testes de impressão 3D, uma verdadeira aventura que motivou em todos nós uma enorme curiosidade. Era tudo novo, quer os resultados daquela extraordinária impressão, camada após camada, até termos na mão um objeto tridimensional, como eram originais os desacertos que frequentemente ocorriam a meio de uma impressão. Tudo isto fazia parte do desafio e, a não ocorrerem aqueles inusitados erros, o mais certo seria pouco ou nada se ter aprendido com a experiência.

O investigador pôde observar que, durante todo aquele tempo, o David contou com duas importantes ajudas: a primeira, como acontece sempre no SPAR, foi a ajuda do coordenador do projeto, o professor Jorge, que foi aprendendo ao mesmo tempo que o David e, sublinho, aprendendo com o David; a segunda e essencial ajuda veio daquele meu ex-aluno, também de nome Jorge, que trabalhava na Universidade da Madeira num laboratório que tinha recebido uma impressora igual a esta.

O Jorge Lopes tinha sido meu aluno, na disciplina Aplicações de Eletrónica, durante três anos, e sobreviveu! Sobreviveu o ex-aluno e manteve-se até hoje uma amizade que resiste aos longos períodos sem qualquer contacto. Recordo um dia em fui à Universidade e encontrei o Jorge (ou o Jorge me encontrou a mim, bem mais provável!). Frequentava, então, o segundo ou terceiro ano de Engenharia Eletrotécnica e conversámos um pouco sobre tudo, inclusive sobre as dificuldades do curso. Antes da despedida, fez questão de me levar a um laboratório onde andava a desenvolver alguns projetos; durante aquela visita guiada, vi muitas coisas, mas retive na memória apenas uma que, até esse momento, apenas tinha vagamente observado em algum documentário científico. A propósito daquele estranho artefacto, o Jorge disse-me que se chamava *tetracóptero* e que um dia desses estaria a voar! Volvidos alguns anos, toda a gente saberia reconhecer e nomear esse «estranho artefacto», o *drone*.

Além do gosto pela inovação, o Jorge alimenta também uma enorme paixão pela divulgação científica, pelo que muitas vezes o encontro em eventos de divulgação científica onde marque presença o Laboratório de Eletrónica da Universidade da Madeira; não é de estranhar que lhe tenha cabido desenvolver aquela inovação tecnológica da impressão 3D, com todos os seus desafios e um mundo de aplicações à espreita. O Jorge demonstrou uma outra faceta do seu carácter, a generosidade – mal soube que o SPAR planeava construir uma impressora igual à que tinha no laboratório, tratou logo de oferecer toda a ajuda de que o SPAR necessitasse, e não foi pouca essa ajuda: se no

arranque do projeto ela foi importante para as questões de natureza mecânica, no ano seguinte foi essencial para que o David tivesse um par mais avançado que o ajudasse nas questões relacionadas com a programação da impressora; quanto à parte da eletrónica, assunto que desconhecia por completo, o coordenador foi o tutor de serviço sempre que necessário. Amíúde, pude observar diretamente os progressos do David nas diferentes áreas e admirar os resultados concretos obtidos depois de tantas horas de esforço e outras tantas tentativas falhadas.

O David dedica a este projeto muito mais horas do que aquelas que o autor pôde conceder à observação. Na verdade, ninguém no SPAR consegue acompanhá-lo – ele passa praticamente todo o tempo livre neste projeto. Ele encara o desenvolvimento da impressora e das técnicas de impressão com uma paixão autêntica que o leva a dedicar-lhe imensa energia e, sobretudo, muito tempo; fiquei a saber que, inúmeras vezes, teve que ser o guarda-noturno a mandá-lo sair do SPAR e da escola, quando fazia a ronda das 23:30. Era este o seu limite: trabalhava no projeto até ao último minuto.

Durante o segundo fôlego de trabalho do David, então frequentando o décimo segundo ano, ele era uma presença praticamente diária no SPAR; era raro o dia em que não o via por lá, muitas vezes sozinho, afinando, testando, montando e desmontando peças, tentando descobrir causas para avarias que iam surgindo e sempre acumulando conhecimento que partilhava com o coordenador do SPAR. Várias vezes o equipamento *encalhava* durante dias ou mesmo semanas, mas as soluções acabavam por aparecer, após incontáveis tentativas e outros tantos insucessos.

Dado se terem já identificado algumas das falhas deste protótipo, a tarefa desta segunda etapa era aumentar a fiabilidade e a qualidade de impressão. Tentando sistematizar o trabalho do David durante este ano letivo, creio que se podem identificar estas etapas principais:

1. Aperfeiçoamento das técnicas de desenho 3D;
2. Impressão de peças 3D com graus de complexidade crescente;
3. Alteração na estrutura de arrefecimento da mesa de impressão;
4. Modificação do sistema de extrusão 3D.

Cada uma destas etapas envolveu um enorme número de tentativas e erros e, sobretudo, muita dedicação e tempo. O David tinha poucas ajudas – embora pudesse contar com algumas dicas do Jorge Lopes, a sua principal fonte de informação foi a Internet,

sobretudo fóruns e vídeos de outros utilizadores. Do que aprendia, aplicava no seu trabalho e partilhava com o coordenador do projeto que, por sua vez, também não tinha qualquer experiência nesta área. Com muitas tentativas e muitos erros pelo meio, o David foi conseguindo imprimir peças cada vez mais elaboradas. Com a superação dos erros, foi também acumulando uma série de conhecimentos empíricos que passaram a fazer parte do património do SPAR, uma vez que ele ia passando essas descobertas ao coordenador do projeto.

A Torre Eiffel e outros pequenos objetos como os mostrados na figura 110 demonstram já uma razoável capacidade de reproduzir pormenores. Estes e outros objetos demonstram a aptidão crescente do David para utilizar *software* de desenho 3D para criar peças de complexidade crescente. Depois dos sucessivos testes, foram sendo feitos trabalhos de impressão de pequenas peças previamente por ele desenhadas.

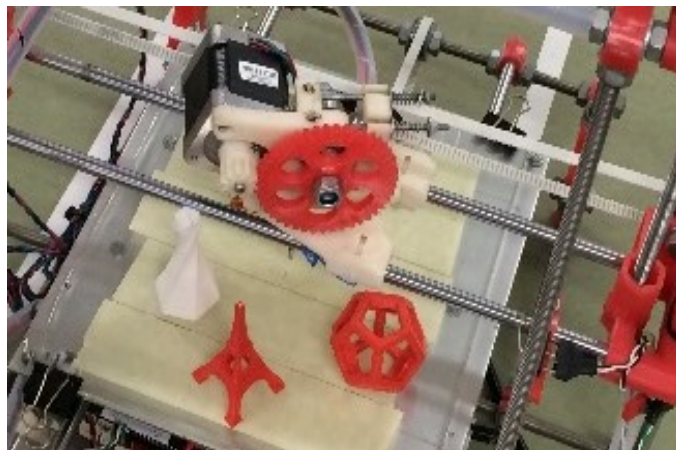


Figura 110 - Pequenas peças de complexidade média

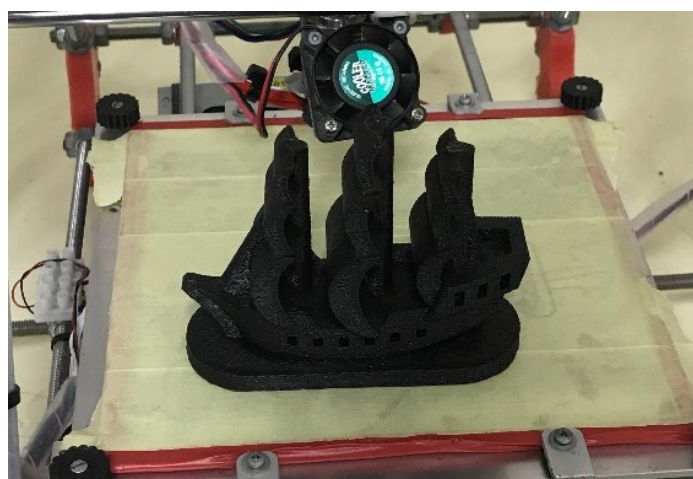


Figura 111 - Caravela, a mais sofisticada peça até então impressa no SPAR

A caravela que se vê na figura 111 constituiu um verdadeiro desafio não só no que respeita ao respetivo desenho, mas igualmente à capacidade de a impressora trabalhar ininterruptamente cerca de oito horas, até concluir a impressão desta elaborada peça. Os cliques [Caravela_1](#) e [Caravela_2](#) documentam o desenho e a impressão deste peça.

Graças ao enorme trabalho de refinamento da qualidade de impressão, a impressora 3D passou a ser uma das ferramentas mais poderosas do SPAR; ela proporcionava, então, um meio de prototipagem rápida que permitiu, por exemplo, produzir muitas das peças para o novo modelo de impressora que o Tiago desenvolveu no ano seguinte, criar peças desenhadas para ter funções específicas no robô omnidirecional ou, ainda, criar de raiz todas as peças não metálicas do braço e garra robótica que se vê na figura 112, um novo projeto com múltiplas aplicações.



Figura 112 - Braço e garra robótica, totalmente produzidos com a impressora 3D

Há um episódio que retive na memória e não resisto em narrar, talvez porque algum interesse lhe reconheça ou talvez porque alguma ligação viria a estabelecer com outra ocorrência, num momento posterior.

Nessa época, uma das maneiras de entrar no laboratório onde habitualmente eu, professor de Sistemas Digitais, dava algumas aulas práticas, era atravessando a sala do SPAR, já que eram salas contíguas. Numa dessas ocasiões, cerca das catorze horas (segundo as notas que o investigador tirou nessa tarde), tive que ir ao laboratório por um motivo banal; estranhamente, a sala do SPAR estava fechada e silenciosa, pelo que tive de abrir e respetiva porta. Qual o meu espanto quando me deparo com o David, sentado a uma mesa, com a cabeça apoiada nos braços em posição de quem está para tirar uma soneca.

Fizeste noitada, David?

Não, não, professor! Só preciso de um quarto de hora e depois fico outra vez fresco para trabalhar!

Eu vou para o laboratório e não te incomodo, deixa-te estar à vontade.

Foi mais ou menos este o diálogo que mantivemos nesse minuto; depois disso, entrei no laboratório, fiz o que tinha a fazer e esperei em silêncio até ouvir algum sinal... devia ter passado a noite a estudar, coitado, deixá-lo descansar antes de se “atirar” à impressora. (Como veremos, só anos mais tarde vim a conhecer o real motivo daqueles breves minutos de adormecimento.) Não devia passar muito dos tais quinze minutos quando ouço a rádio no ar (a RFM, claro) – o David voltou ao ativo! Só então me atrevi a abrir a porta de comunicação entre o laboratório e a sala do SPAR, a trocar algumas palavras com o revigorado David e prosseguir as minhas tarefas da tarde.

A narração deste episódio serve para sublinhar dois aspetos:

- i) Em primeiro lugar, a errada suposição de que aqueles quinze minutos de sono seriam uma forma de mitigar uma noite mal dormida, o que não seria de estranhar num aluno do décimo segundo ano, com imensos trabalhos e testes para realizar, além do esforço de preparação para os Exames Nacionais que se aproximavam a toda a velocidade; era natural que o rapaz andasse cansado... Mais adiante se verá como e quando me apercebi, do equívoco.
- ii) Outro aspeto a assinalar é a estranheza ao me deparar com a sala do SPAR fechada e silenciosa, como relatei. O normal seria estar de porta escancarada e esse facto estar adequadamente anunciado pela RFM! Sim, o normal era estar quase sempre alguém no SPAR e, naquela altura, o que ocorria é que o David estava lá sempre. De facto, durante aquele ano, ele dedicou ao seu trabalho no SPAR um tempo que, não podendo quantificar, resta qualificá-lo subjetivamente com a expressão que melhor traduz a perceção: *quase sempre*.

Tão acostumado a ter o David sempre ali, eis senão quando chega o fim do ano letivo, com o já habitual intenso trabalho na Comissão de Exames e outras tarefas inerentes à preparação do próximo ano, e acabei por perder a oportunidade de fazer algo que há muito desejava – colocar-lhe uma série de questões, rematando a sua participação no SPAR, como corolário lógico da sua conclusão do Ensino Secundário. Havia coisas que eu queria saber e só ele me poderia responder; precisava de confrontar o que eu penso e sinto com o que ele pensa e sente, no que à sua excepcional passagem pelo SPAR diz respeito. Esta lacuna nunca deixaria de me incomodar. Perdida aquela oportunidade de realizar uma entrevista, era uma questão de encontrar o melhor momento para epilogar este capítulo que tanto me tinha interessado e sobre o qual mantinha uma curiosidade crescente.

Felizmente mantivemos contacto utilizando os serviços de mensagens mais comuns; foi através deles que fomos agendando e protelando um café e uma conversa em que o SPAR seria tema a privilegiar – ora eram as provas de frequência e exames na Universidade, ora era eu que não tinha disponibilidade compatível com a sua, ou era o Erasmus... havia sempre qualquer coisa que nos levava a protelar o encontro. Até que um dia, finalmente, esse encontro aconteceu mesmo! Esteve para ser na Universidade, mas preferi convidá-lo para a esplanada do Café do Museu e foi aí que, finalmente, ocorreu a nossa conversa e a entrevista há tanto adiada. Estava curioso de ver como estaria agora aquele rapaz, dois anos volvidos, e estava ansioso por saber se alguma coisa do SPAR ainda lhe subsistia na cabeça. Não sei, confesso, se foi algum desconhecido dom de intuição ou simples obsessão de investigador, mas parecia-me que havia algo que ainda não sabia e tinha que procurar trazer para a investigação.

Falámos um pouco sobre tudo, mas principalmente sobre os seus estudos; da minha parte, comecei por lhe contar como a minha investigação tinha encajado dada a persistência de alguns problemas de saúde, mas que não desistia e, prova disso, é que andava há imenso tempo para lhe pedir que me contasse algumas coisas que no nosso quotidiano no SPAR nunca tivemos oportunidade de falar, tal era a intensidade do trabalho e a concentração exigida. Talvez agora até fosse boa altura, depois de tudo bem decantado pelo filtro do tempo!

Foi assim que começámos a nossa conversa, focada em algumas questões que tinha para lhe colocar e deixar que o resto aparecesse naturalmente. Depois de lhe pedir autorização para gravar a entrevista, liguei o gravador e, cuidadosamente, voltei a colocar o chapéu de investigador.

Logo no início daquela hora de intenso diálogo, fiquei com a noção de que a experiência vivida no SPAR estava ainda bem presente no espírito do David. O que ele teria para contar poderia ser apenas um conjunto de recordações do passado, mesmo assim valioso para a investigação, mas havia algo mais: parecia-me que havia também informação relevante relativa ao tempo subsequente à sua passagem pelo SPAR que “pedia” para entrar na investigação. De novo o confronto com a já referida questão de saber se deve ou não trazer para a investigação dados do futuro, admitindo que o termo futuro se refere aqui à noção de que é um tempo posterior ao trabalho de observação no campo.

Ouvida e transcrita a entrevista, tendo avaliado o valor das informações recolhidas, a opção foi incluir estes dados novos na investigação, por serem importantes e por terem como fonte um dos mais notáveis protagonistas do projeto SPAR.

De certa forma, foi a tardia entrevista ao David ou, melhor, a reflexão sobre as informações então recolhidas, que reforçou a ideia de dar voz a certos participantes que fui acompanhando no SPAR, permitindo que, em larga medida, fossem eles a contar muito das suas vivências pessoais. A história do David é inspiradora, é assim que o autor a sente, e, por essa razão, o anima a fazer aqui este exercício de narrativa. Simbolicamente, a história do David foi a última a ser contada, não por ser a última no sentido cronológico, não porque a situe num extremo de qualquer escala de subjetiva relevância, mas talvez porque está ligada à génese da primordial ideia de contar excertos de histórias de vida.

Também pelas razões aduzidas, peço humildemente licença para reproduzir alguns fragmentos da entrevista, dado que admito terem um valor intrínseco que o justifica, em benefício da compreensão da história do David e da importância que o autor lhe atribui para este trabalho, dado o considerar um “intelectual de classe” (Guerra, 2006), alguém que consegue verbalizar bem a sua condição social e a lógica que imprime nas suas ações.

O David lembra-se da curiosidade que sentia pelo SPAR:

O meu irmão andava na Francisco Franco, no Curso de Ciências e Tecnologias, mas tinha muitos amigos que (...) iam muito para a sala onde inicialmente funcionava o SPAR. Tinham sempre uma porta aberta, mas eu estava sempre fora e não sabia o que era aquilo, mas estava curioso. Uma vez o meu irmão disse-me eles faziam lá coisas de eletrónica e robótica e eu fiquei ainda mais curioso.

O momento em que tudo verdadeiramente começou:

A dada altura veio cá à Francisco Franco um rapaz, acho que da Suécia, fazer uma demonstração com uma impressora 3D que acabou por deixar na Universidade da Madeira. Nessa apresentação da impressora, eu falei com esse rapaz e ele deu-me uma motivação para fazer uma impressora 3D; ele disse-me que qualquer pessoa seria capaz de a fazer. Eu achava que aquilo era uma máquina bastante complexa e difícil... só para génios! Quando ele disse que eu era capaz de fazer uma (...) eu andava sempre com isto na cabeça e juntei duas coisas – a ideia de construir uma impressora 3D e o SPAR, já que era eletrónica e robótica. Então, entrei lá pela

primeira vez com esse propósito, de construir uma impressora 3D, e encontrei lá o professor Jorge; ele disse-me qual era a atividade do SPAR e eu avancei com a minha proposta – se era possível fazer uma impressora 3D.

(...) No início, parecia que eu não iria dar o meu máximo, mas, depois, passei a ir lá todos os dias... às vezes o SPAR tinha que fechar e eu tinha que sair... e foi assim, andava no décimo primeiro ano do Curso de Ciências e Tecnologias e quando acabava as aulas ia sempre para o SPAR; ia todos os dias, ou sempre que era possível, e comecei a construir a impressora. Tinha a ajuda do professor Jorge Monteiro e também do estudante universitário Jorge Lopes que tinha acabado por ficar responsável pela impressora 3D oferecida pelo rapaz que veio cá fazer aquela apresentação. E foi assim que a fui construindo!

Fiquei com a sensação que a tua aprendizagem inicial foi sobretudo autoaprendizagem, não foi?

Foi, foi... tutoriais, vídeos e manuais disponíveis na Internet e, sempre que tinha dúvidas, ligava diretamente ao Jorge Lopes; quando eu já tinha acabado de montar a estrutura da impressora ele veio cá ao SPAR e ficou impressionado por eu ter já concluído essa parte. Só faltava a eletrónica! Foi aí que ele me disse «pega o meu número e podemos entrar em contacto, eu digo-te o que é que falta e o que...»; eu acho que isso é que foi perfeito - ter um mentor para não ficar preso aos obstáculos! E foi com a ajuda do Jorge, dos dois Jorges, que eu consegui.

Já no segundo ano, começam a surgir os resultados e a consciência da paixão pelo projeto:

No décimo segundo ano continuei o trabalho e tentei aperfeiçoar a impressora; no início, ela só imprimia coisas pequenas, mas ficávamos todos impressionados com os resultados, embora fossem só coisas pequenas e com má qualidade. Ficávamos impressionados porque era resultado do nosso trabalho; na realidade, eu tinha conseguido construir uma impressora 3D, tal como o outro rapaz, o sueco, me tinha dito. Era sobretudo eu, mas, quando surgia algum problema, discutíamos ou fazíamos uma espécie de *brainstorming* (...) mas quem tocava nela e imprimia era só eu! Eu até ficava ciumento se alguém tocava na impressora! (risos)

Nessa altura, eu tinha namorada e ela ficava ciumenta da impressora. (risos) Ela dizia que eu passava mais tempo com a impressora do que com ela... e era

verdade! Das duas até às dez da noite, todos os dias! Tinha que lá dormir uns bocadinhos, porque era o dia todo. Era mesmo uma motivação!

O papel do coordenador, essencial:

Essa motivação veio mais do professor Jorge: quando eu fazia algo mal, o professor Jorge nunca criticava... era mais «eh pá, enganaste-te, experimenta outra vez!» A forma como ele comunicava, encorajava! Ele dava motivação, mostrando que falhar não era muito mau, era normal.

A importância dos pares:

Depois havia outros estudantes que durante as *brainstorms* também davam ideias.

Inovar exige muitas tentativas e muitos fracassos:

Eu e o professor Jorge íamos aprendendo; normalmente eu aprendia primeiro e, depois, eu partilhava com o professor o que tinha aprendido. Depois de a impressora já estar a imprimir (...) era tentativa e erro.

Uma aprendizagem essencial – o valor do erro:

Uma das grandes aprendizagens que fiz no SPAR foi que falhar é bom! Falhar foi talvez a melhor coisa que fiz na Francisco Franco. Tentar, tentar, tentar – sem penalização. Essa que falhar é essencial!

A perspetiva que eu tinha antes era que, se falhasse, a sociedade olhava para ti de forma diferente e que estava tudo perdido e tinhas que te esconder por baixo da rocha; no SPAR foi totalmente ao contrário e foi principalmente graças ao professor Jorge: quando falhava, o professor Jorge dizia «olha, é tentar sempre.» E eu tentava mais uma vez!

Significação do erro para o aluno da escola e para o participante do projeto SPAR:

No Curso de Ciências e Tecnologias, por exemplo na disciplina de Português, havia um ou dois testes por período; se tinha uma negativa, não havia hipótese! Era como se fosse uma nota a dizer que não era bom para Português, teria que concorrer para outra coisa. Falhou, não há mais! Enquanto no SPAR era: falhou... ok, tenta novamente, não há problema! Não há aquela pressão... podes tentar novamente.

O significado de afeto e de proteção do SPAR:

Na altura em que lá estive, o SPAR era a minha segunda casa... era a minha segunda casa (sorriso).

(...) Falhar fazia parte do trabalho e eu tinha muita liberdade, lá. Era a minha segunda casa, sim!

O SPAR é único; o mundo dá-te poucas oportunidades. Mesmo assim, o SPAR é mais parecido com o mundo, só que dá-te uma rede de segurança. A escola, no Curso de Ciências e Tecnologias, não te dá liberdade assim, de falhar.

Ocorre-me uma pergunta de natureza simbólica: O SPAR é uma ilha dentro da Escola. Faz sentido para ti esta afirmação?

Sim, de certo modo até faz. Sim, o SPAR foi algo de novo que não tinha paralelo em nada. Não havia competição; o que havia era cooperação entre todos.

Vou, enfim, saciar a minha maior curiosidade e coloco a pergunta que há tanto ambicionava colocar: A tua passagem pelo SPAR influenciou de algum modo o teu futuro ou o modo como encaras o mundo e a vida?

Sim, sim! Comecei a olhar para eventos futurísticos, como é que eu digo?... Por exemplo, antes do SPAR eu, como já disse, não me imaginei capaz de construir uma impressora 3D; os meus limites pessoais, como indivíduo, eram muito abaixo do que pensava. Depois de entrar no SPAR, e com a dica do rapaz sueco que veio cá mostrar a impressora 3D e que me disse que qualquer pessoa conseguia... eu acreditei! E quando se tornou verdade, pensei que se conseguia fazer uma impressora 3D, então eu hei de conseguir fazer muito mais! Abriu-me muito o meu limite.

Dado o mote, uma revelação surpreendente:

Eu também não estava a pensar entrar na Universidade, aquilo espicçou-me muito. Eu também não imaginava que, por exemplo, aquele amigo Jorge Lopes estava lá na Universidade numa sala gigante onde havia muitos estudantes a desenvolver imensos projetos, tal como eu estava a desenvolver na Francisco Franco. Mas nenhum outro aluno das Humanísticas ou das Ciências e Tecnologias estava a fazer coisa semelhante... era só teoria! Foi aí que eu pensei «se existe isto

na Universidade, eu tenho que concorrer para pertencer a esta sala.» E foi daí que veio a ideia de ir para a Universidade.

Eu não pensava continuar a estudar; como já tinha dito, os meus pais não tinham grande rendimento. Assim, a minha obrigação era acabar o secundário, não perder tempo, e arranjar logo algum trabalho que me desse algum dinheiro (...) o limite era mesmo esse, não conseguia imaginar mais nada – empregado de mesa, fosse o que fosse! Depois de ter estado no SPAR e depois de saber que a Universidade dá bolsas de estudo para que o estudante possa fazer aquilo de que gosta, eu fiquei louco! Eu não sabia que existiam bolsas e, quando soube, foi mesmo o checkmate.

Tentando recordar algum episódio curioso, surge a explicação para as pequenas sonecas:

Eu tinha dito anteriormente que o SPAR era a minha segunda casa, e isso era bem notado pelas professoras (risos) porque eu costumava ter a música bem alta lá no SPAR, era a Rádio FM; e às vezes dormia lá – eram os meus mini naps, um problema que tenho e que me leva a ter que dormir uns quinze minutos para estar focado, se não eu perco o foco. Durmo quinze minutos, acordo e estou outra vez a cem por cento!

O poder da disponibilidade dos “ingredientes cognitivos”:

Outra coisa de que me lembro era de me sentir orgulhoso de ter ali aquela caixa de ferramentas sempre disponível e também a eletrónica, tudo disponível para que, por exemplo, se eu precisasse de soldar uma pequena coisa, apenas ia lá buscar a caneta de soldar e ficava pronto! Ia lá pôr outra vez e não precisava de mais nada, era eu que fazia... coisa que eu não acreditava nos anos anteriores. Aqui, na minha segunda casa, fazia tudo. No início, não sabia fazer muitas coisas, mas perguntava sempre ao professor Jorge e ele tinha a paciência de me ensinar; eu fazia sempre muitas perguntas e o professor Jorge às vezes dizia-me «olha, se quiseres podes estar no Curso de Eletrónica!» (risos) Foi sempre assim – a curiosidade é que me levou ao ensino (a querer aprender a fazer as coisas).

Num dos diálogos que mantivemos para acertarmos este encontro, o David falou-me da Trilayers, uma empresa de impressão 3D que ele tinha criado; quis saber mais sobre este projeto e o David recua no tempo até ao seu segundo ano no SPAR:

Isto começou muito antes. Eu e o professor Jorge tivemos sempre a ideia de criar uma impressora completamente nova, inovadora, já que havia sempre falhas na que nós construímos; sendo falhas que se repetiam sempre, nós achávamos que poderíamos corrigir essas falhas construindo uma nova impressora. Nesse processo, tivemos vários falhanços: tentámos criar uma plataforma de impressoras 3D, aqui na StartUp Madeira, uma plataforma que permitisse a comunicação e partilha entre vários utilizadores de impressoras deste tipo, mas falhámos essa tentativa, não obtivemos financiamento; tentámos também vender plástico para impressoras 3D, plástico obtido da casca de banana, mas também falhámos devido a falta de apoio externo; tentámos fazer uma impressora totalmente inovadora, mas também não obtivemos apoio da Escola Francisco Franco; eu tinha a motivação e trabalhei bastante, acho que merecia ter conseguido fundos para avançar com esse projeto e deixá-lo para a Francisco Franco... essa foi a única frustração. Outra falha foi não termos conseguido extras e acessórios para a impressora 3D; acabámos por desistir, estivemos dois ou três anos sem conseguir fazer as inovações que queríamos e pensámos que, como a impressão 3D estava a progredir muito depressa, em breve alguém, no mundo fosse onde fosse, iria fazer aquilo que nós há tanto tempo tínhamos planeado – pôr em prática as ideias que, entretanto, fomos tendo para melhorar a impressão.

Sobre a inovadora Trilayers:

Voltando à criação da *Trilayers*... Eu imaginei que cá na Madeira a impressão 3D também progredisse depressa, mas o tempo passava e ninguém se chegou à frente para iniciar impressão 3D de forma profissional e comercial. Senti-me um pouco frustrado e pensei que poderia ter sido eu a começar logo naquela altura, quando acabei o secundário. Foi então que pensei «oh pá, já passaram anos e, se ninguém faz, ninguém acredita, então vou eu avançar, vou ser eu o primeiro a tentar fazer», e foi assim que surgiu a ideia de criar a *Trilayers*! De facto, já existe cá uma, ali na Rua da Carreira, mas é uma impressora de 60 000 euros; é um ramo completamente diferente – eles não podem, por exemplo, fazer e vender um chaveiro, pois isso ia custar-lhes bastante. Por outro lado, nós, na *Trilayers*, temos impressoras muito mais económicas e conseguimos fazer qualquer pequeno trabalho sem grandes custos.

Fica a conhecer-se a importância prática da experiência no SPAR:

Eu aproveitei a bolsa do Erasmus para comprar a impressora; comprei-a online numa loja da República Checa. Comprei-a em peças e fui eu a montá-la, eu queria ter ainda o gosto de a montar! (risos) Agora foi muito mais fácil, consegui em duas semanas; a primeira, que construí na Francisco Franco, demorou cerca de nove meses!

Trabalho de equipa empreendedora:

Para a *Trilayers* consegui dois parceiros: um contabilista e um designer. (...) Fizemos várias *brainstormings* para ver qual seria o nosso público-alvo e o nosso plano de negócios (o que se costuma fazer) e vimos que os designers cá da Universidade da Madeira normalmente costumavam imprimir pequenas maquetas para os seus projetos e nós achámos que lhes podíamos fornecer esse material. Assim, como o nosso público-alvo era mesmo na Universidade da Madeira, “atacámos” primeiro os designers e os engenheiros de eletrónica.

Ainda durante o tempo de estudante, a primeira impressora estava na residência, no meu quarto (risos)... era a minha cama e a secretária... a impressora ficava em cima da secretária. Era mesmo *low-cost*... eramos nós a imprimirmos e os meus colegas de quarto a dormir! (mais risos) às vezes fazia-se um pouco de barulho, mas eles não reclamavam, não!

Com tanta informação nova, quase duvido que o David possa partilhar algo mais sobre esta sua experiência de vida; no entanto, o David continua a surpreender:

Oh pá, eu gostava de ter uma SPAR para mim! (risos) Sinceramente, eu gostava de ter assim o meu próprio *office* como a SPAR; não só para mim... era como se fosse uma *fablab*; em Portugal e pelo mundo existem várias. Uma *fablab* é uma sala gigante com muitos materiais onde as pessoas podem entrar e construir os seus próprios projetos; lá dentro, o objetivo é falhar, e ninguém vem em cima de ti com críticas!

A ideia de criar um espaço de conceção e construção de projetos onde o erro fosse valorizado tem raízes sólidas na mente do David:

Eu tentei criar uma associação de estudantes universitários e do secundário, caso tivessem a motivação necessária, onde todos pudessem chegar com ideias ou projetos que queriam desenvolver, e a associação fornecia os materiais, com o

patrocínio de empresas. Estabelecia-se uma colaboração em que as empresas apoiavam projetos para os estudantes desenvolverem.

Havia já algumas pessoas interessadas, mas... oh, pá, é complicado de dizer (...) eu partilhei a minha ideia toda (sublinhando «toda») (...) um *pdf* gigante com tudo detalhado... o que fazer, como arranjar dinheiro, de onde vinha, os projetos iniciais, tudo detalhado.

Ao perceber que estava perante um melindroso episódio de apropriação abusiva de projeto, o investigador resolve não incluir tal lamentável episódio neste estudo e disso informa imediatamente o David que, dessa forma, se sente mais à vontade para prosseguir o relato enquanto mero desabafo.

A entrevista do David, pelos excertos que acabámos de expor, traz elementos novos ao estudo e reforça substancialmente aspetos anteriormente já referidos.

Embora seja apenas uma curiosidade, ficou finalmente explicada a necessidade das pequenas sonecas do David: *eram os meus mini naps, um problema que tenho e que me leva a ter que dormir uns quinze minutos para estar focado*; afinal era mesmo uma necessidade fisiológica, uma ligeira condição a que ele não se podia esquivar – *durmo quinze minutos, acordo e estou outra vez a cem por cento!* Mais importante do que a condição em si é o relembrar da necessidade de foco permanente no colossal projeto que o David abraçou.

Há um conjunto de dados da maior importância que emanam desta entrevista; essa importância advém essencialmente de dois factos: por um lado, a grande influência do SPAR na vida subsequente do David, que conferem valor indiscutível às informações que prestou; por outro lado, o David demonstra ter pensado muito sobre a sua participação no projeto, pelo que as suas respostas, parecem ter sido já alvo de um cuidadoso processo de reflexão, o que lhe acrescenta valor e, na modesta opinião do investigador, confere ao David o estatuto de informante privilegiado.

Feita a seleção do material relevante e a devida categorização da informação recolhida, podemos resumir as categorias que emergiram desta recolha:

No que diz respeito à **Motivação para ingressar no projeto SPAR**, mais uma vez se deteta a **curiosidade** que o SPAR gera em muitos estudantes da escola; no presente caso não chegou a ser suficiente para fazer o David atravessar aquela porta geralmente aberta.

O que o levou a querer entrar para o SPAR foi o desejo de **realizar um projeto pessoal** muito concreto – construir uma impressora 3D.

Pelo pouco que conhecia do SPAR, achou que ali poderia encontrar os meios e o apoio para concretizar esse projeto. Aquela inovadora ideia surgiu inesperadamente ao assistir a uma demonstração de impressão 3D por um universitário sueco; o incentivo então recebido foi essencial para o arrojado passo em frente numa área que praticamente ninguém conhecia. Por feliz coincidência, o SPAR tinha recebido algumas peças dessa impressora e o David aparecia na altura certa e com a motivação certa, como se veio a demonstrar.

No que toca aos **Fatores envolvidos nas aprendizagens de carácter científico e tecnológico**, contam-se várias referências a um dos mais significativos indícios da **forte motivação** do David, a enorme quantidade de tempo que ele dedicava à concretização do complexo projeto; por outro lado, o **reforço da autoconfiança** surge de mão dada com o sucesso do projeto.

A categoria **apoio estável do coordenador** está plena de evidências de que o papel do professor Jorge foi de inestimável importância pelo que lhe ensinou, pelo que o incentivou, pelo que o motivou e porque *o professor Jorge nunca criticava*.

Quanto à categoria mista codificada como **possibilidade de fazer e construir com as suas próprias mãos – criatividade**, evidencia-se, em primeiro lugar, a existência de uma panóplia de ferramentas e equipamentos disponíveis a todo o momento e, em segundo lugar, a satisfação que o David sentia em poder ser ele mesmo a fazer tudo o que era preciso fazer para o seu projeto, daí sentir que aquela era a sua *segunda casa*.

No que respeita às categorias **facilidade de pesquisa on-line** e **apoio entre pares**, o David refere o principal recurso que inicialmente teve, a Internet, e que demonstram a sua grande capacidade de autoaprendizagem; o par mais capaz que o David não se cansa de referir é o universitário Jorge Lopes, que o autor já teve oportunidade de apresentar. O David já naquela altura revelava dar importância à opinião dos outros, daí referir-se em diferentes momentos aos *brainstormings* em que apareciam ideias para tentar ultrapassar os problemas que iam surgindo.

Na categoria **ambiente informal e descontraído**, os elementos que se encontram no discurso do David (muito de acordo com tudo o que se observou na prática diária) revelam uma aceção distinta de todos os outros participantes: o que este participante valoriza são

fundamentalmente o facto de falhar nas tentativas fazer parte do trabalho, de sentir que desfrutava lá de muita liberdade a ponto de se sentir na sua segunda casa, bem como a ausência de competição, *o que havia era cooperação entre todos*.

Quanto à categoria **respeito pelo fracasso - pensamento crítico**, são abundantes as referências quer à importância da *rede de segurança* oferecida pelo SPAR quer à aprendizagem que o David classifica como essencial – *falhar é bom*. Este é um aspeto que o David não se cansa de sublinhar, afirmando mesmo que uma das principais aprendizagens que fez no SPAR foi que *falhar é bom*; acentuando este relevo, o David usou nesta entrevista dez vezes o termo *falhar* e oito vezes o termo *construir*, o que parece reforçar o valor e a persistência destes dois “ingredientes”.

No grupo **Atributos e competências pessoais de natureza subjetiva**, identificam-se importantes elementos na categoria **novas perspetivas de futuro – tomada de decisões**: como resultado da sua experiência no SPAR, o David reconhece o alargamento dos seus limites, a ampliação da perceção do que é capaz de fazer na vida. Este alargamento revelou-se vital logo no final do Ensino Secundário, com a tomada de decisão de ingresso na Universidade; até então, até à sua marcante passagem pelo SPAR, o plano do David era ir trabalhar num bar ou na primeira coisa que lhe aparecesse, desde que lhe permitisse ganhar um bom dinheiro – era essa a sua ambição, era esse o seu limite. Mais tarde, essa ampliação ganha novos contornos quando decide avançar para o primeiro projeto comercial de impressão 3D de baixo custo na Madeira, utilizando o montante da bolsa do Programa Erasmus para financiar a criação da empresa *Trilayers*.

As duas imagens que se seguem mostram dois aspetos da montra de pequenos objetos produzidos pela *Trilayers*, patentes na Semana das Tecnologias da ESFF, em 2017.



Figura 113 - Aspeto da montra da Trilayers - I



Figura 114 - Aspeto da montra da Trilayers - II

Apesar dos inúmeros falhanços, nunca pensou em desistir do seu projeto, o que evidencia aptidões ligadas à categoria **resiliência – coordenação**. Já no que respeita à categoria **sentido de responsabilidade – orientação para servir os outros**, sublinha-se a responsabilidade que o David sente em partilhar com o coordenador do projeto tudo o que ia aprendendo sozinho; era o “seu” projeto e era um projeto do SPAR, mas nunca esqueceu esse dever de partilha de conhecimento. Outra essencial evidência desta

categoria surge na Universidade, bem depois da sua participação no projeto, portanto, e verbaliza-se, num primeiro momento desta forma singular: *Oh pá, eu gostava de ter uma SPAR para mim!* Esclarecido a questão, trata-se de um sonho do David, inspirado no ambiente do SPAR, de criar na Universidade uma *fablab*, uma sala onde estudantes pudessem livremente desenvolver os seus projetos; a ideia central era *lá dentro, o objetivo é falhar, e ninguém vem em cima de ti com críticas!* O David teve a motivação necessária para elaborar um projeto bem detalhado, incluindo eventuais patrocínios, fontes de receitas, entidades parceiras bem como exemplos de linhas de projetos; falhou, no entanto, o apoio de quem tinha poder para contribuir para a concretização do projeto.

Quanto a **Experiências de outras naturezas**, apenas se codificou a categoria **arrebatamento singular**. É difícil furtar-se ao sorriso quem lê os dois parágrafos que ilustram esta categoria; a namorada com ciúmes da impressora... o caso não é para menos! E, no entanto, ela tinha muita razão (toda?): tal como em diferente momento afirmei, dava a sensação de que o David estava sempre no SPAR, quer de dia, quer de noite. Além do humor das palavras do David, há todo um significado que não se pode diminuir – a grande entrega do David a este projeto. Uma entrega tão persistente e intensa é rara; até agora, observámo-la apenas no Duarte. Arrebatamento ou paixão, poderia ter sido outra a palavra para codificar esta categoria, mas permita-se a opinião subjetiva da pessoa que momentaneamente veste a pele do investigador, acho que se trata de uma indubitável manifestação de amor.

Mais uma vez, parece-me encontrar nas palavras do David um reflexo consciente e lúcido da realidade do quotidiano do SPAR. O David é um participante como os outros, é certo, mas o autor outorga-lhe um estatuto algo diferente; ele tem, além de uma experiência de muito valor e significado, dois anos de vida subsequente com fortes ligações àquele tempo. Percebe-se que este jovem refletiu sobre a sua experiência, recorreu frequentemente a processos metacognitivos e, muito importante, sabe sublinhar as suas experiências pessoais e as suas vivências coletivas.

Para além das qualidades já referidas, o David reúne ainda um simbolismo a que atribuo particular significado: ele foi o primeiro participante que observei e cujo trabalho acompanhei metodicamente. Num primeiro momento, foi a mera documentação fotográfica do inovador projeto da construção da impressora 3D; posteriormente, já assumida a investigação no campo, era também o David e a sua maneira de estar e de

pensar que passou a interessar ao desassossegado aprendiz de investigador; no fecho do trabalho, tenho a sensação de que tudo o que aprendi com o David me concedeu uma espécie de chave da abóbada para as categorias em análise.

6.2.8. A voz do professor Carlos, coordenador “auxiliar”

O Carlos e o Jorge tiveram um percurso muito semelhante na Escola Francisco Franco; ingressaram com um ano de intervalo e cedo começaram a formar uma equipa bem oleada; não é de estranhar, portanto, que o Carlos tivesse acompanhado o Jorge quando este criou o projeto SPAR, em 2007; na entrevista que me concedeu, considera-se alguém *muito virado para a tecnologia e programação*, o que, então, lhe gerou a *curiosidade suficiente para ver o que é que é isto da robótica*. Desde essa altura, salvo um ou dois anos, tem sido o braço direito do Jorge na condução do projeto.

Estando num ponto da investigação em que me parecia ter atingido uma fase de saturação de dados, procurava, sobretudo, conhecimento adicional por via da triangulação de perceções; a conversa foi fluindo em diversos sentidos e, assim, emergiram os temas principais, ou categorias de análise, que se resumem nos parágrafos seguintes.

Desempenho e constrangimentos dos alunos dos Cursos de Ciências e Tecnologias vs Cursos Profissionais

Depois de referir as dificuldades que tinham os alunos oriundos de Cursos Profissionais (CP) no que respeita à *autonomia no pensamento e na execução de tarefas*, o Carlos mencionou, por contraste, dois alunos do Curso de Ciências e Tecnologias que, com o robô omnidirecional:

Fizeram um trabalho fantástico, muito ao nível do Ensino Universitário. (...) Estamos a falar de trabalhos já com o desenho 3D concluído, uma programação muito evoluída, já com inteligência artificial... por exemplo, colocar o robô a aprender com as tarefas que faz mais usualmente. (...) O décimo segundo ano é um ano muito específico, muito particular, porque, a nível de aulas é muito exigente. E estes alunos querem atingir a perfeição. Até dizíamos: «Então, pá, vocês têm um trabalho fantástico e vão deixar isto assim?» Mas há prioridades e acho muito bem. Têm as aulas, têm a academia, têm outras coisas... e têm a robótica como um part-time. É pena não termos o projeto acabado, para mostrar e, quem sabe, até participar em provas... É chato não termos ali um produto acabado, mas...

Esta é uma questão que não é nova; já aconteceu com o grupo *os risonhos* e com outros participantes com a mesma origem – a dado momento, interrompem ou abandonam os

projetos perante a pressão dos testes, dos exames, ou da falta de tempo para conciliar atividades fora do currículo.

O ambiente do SPAR, no plano dos afetos

No que respeita aos participantes alunos de CP, o Carlos refere um outro aspeto, o dos afetos:

Ao longo dos anos, sou sincero, criam-se ali relações pessoais de amizade (...) que não se criam com os alunos “normais”, digamos. Aquele espaço é um espaço de trabalho, mas também é um espaço de relacionamento; quer dizer que nós rimos, nós choramos, nós saltamos, nós batemos palmas, nós fazemos tudo ali.

É um ambiente...

Saudável!

Diferente de tudo?

Exatamente! Por exemplo, às vezes acabam relacionamentos com namoradas e ali acabamos por ampará-los nestas dificuldades.

(...) Por vezes acabam até por almoçar ali, lanchar ali.

A aprendizagem no ambiente do SPAR

Muitas vezes nós também aprendemos com eles, vai-se aprendendo uns com os outros – os professores com os alunos, os alunos com os professores, na Internet, noutras escolas, *etc.*

O importante é que eles adquirem competências práticas que não conseguem ter numa aula! Numa aula, quais são as regras? Não podes usar o telemóvel, tens que estar sentado 90 minutos a olhar para um quadro ou a fazer exercícios (...) do outro lado, no SPAR, um espaço onde eles podem mexer no telemóvel, ouvir música, pegar num drone, colocar uma impressora 3D a imprimir, fazer uma soldadura, *etc., etc., etc.*

(...) Há alunos que não fazem nada nas aulas, mas estão sempre na robótica, a trabalhar! Isso só pode ser explicado porque estão a fazer alguma coisa que gostam de fazer.

(...) Nós ali temos que ser muito autodidatas. E também temos ali a bengala que é o Jorge... sem ele as coisas eram muito complicadas.

Papel do Jorge, o coordenador do projeto

Creio que os excertos da entrevista selecionados como indicadores desta categoria são suficientemente expressivos, não carecendo de qualquer comentário ou elemento adicional.

Ali, (o Jorge) é o coração, os pulmões, os rins do projeto, é tudo, não é?! Eu, aliás, nós, só somos uns... colaboradores!

(...) O Jorge, ele é um gajo que é muito dinâmico e ativo, como sabes, ele não sente essa falta, mas eu vou para qualquer lado e se tenho que fazer alguma coisa sozinho, quando ele falha, eu digo «eh pá, e agora?...». Não é dizer «e agora?...», é sentir!

Há que reconhecer que tem um papel fundamental. Não há ninguém insubstituível, mas, para mim, ele é insubstituível! Para mim, pelo que eu já o vi fazer pelo SPAR, sabendo o que era o SPAR em 2007, 2008, e sabendo o que a gente mudou até 2019, não se deve dizer isto, mas tenho a firme certeza de que ninguém conseguiria fazer isto a não ser o Jorge.

Estamos num patamar, na Região, onde agora toda a gente fala de robótica e toda a gente quer Legos, mas nós andamos nisto há dez anos, só para teres ali uma comparação. Agora a robótica é fixe, mas a robótica existe na Francisco Franco desde 2007!

(...) Eu sou uma pessoa diferente, hoje, à custa do SPAR e à custa do Jorge, porque há coisas que uma pessoa vai aprendendo com os mestres; é como tu dizes, é pioneiro!

Por exemplo, quem é que se lembra hoje em dia de programar drones?! Em vez de programares um robô para andar com as rodinhas no chão, programares um drone?!... E isto já está pensado há uns anos, só que agora vai ser executado. É preciso dinheiro... sabes que um drone médio custa acima de 500 euros, mais os *tablets*...

Até o Carlos, alguém igualmente tão “tecnológico” como o Jorge, fica surpreendido com este seu arrojo e impulso permanente para a inovação. Claro que a minha própria

curiosidade acerca desta novidade de programar drones rapidamente foi saciada; estava a aproximar-se um período em que o SPAR promove atividades para as crianças que frequentam os ATL do Clube Desportivo da ESFF e lá estavam os dois *tablets* novinhos em folha para as crianças programarem o voo de um pequeno drone aéreo e comandarem os saltos e as corridas desenfreadas de dois drones terrestres. Interrompi de bom grado a redação da tese para documentar esta inovadora sessão que também integrava a montagem de robôs *Lego Mindstorms*, um pequeno exercício de desenho 3D e o desenho/montagem em papel de pequenos circuitos eletrónicos. Ao observar a forma tão natural como aquelas crianças aprendiam as bases da programação visual dos drones e como construíam um pequeno programa, testavam e corrigiam os erros, e faziam tudo isso em pouco mais de uma hora, não deixou de me surpreender. Esta sessão e a visualização dos vídeos que então gravei⁵⁹, ampliaram consideravelmente a minha perceção do potencial da programação de objetos tangíveis, agora através de uma experiência real com uma outra classe destes objetos e com aprendentes muito especiais que só frequentam o SPAR em tempo de férias. As imagens seguintes constituem instantâneos desses momentos de interação.



Figura 115 - Desenho 3D e montagem de circuito eletrónico



Figura 116 - Interação com drones terrestre e aéreo

⁵⁹ Clipes [FE 1](#), [FE 2](#), [FE 3](#), [FE 4](#), [FE 5](#) e [FE 6](#).

6.2.9. A voz do coordenador e fundador do projeto, o professor Jorge

Imprescindível seria trazer a esta discussão a voz do próprio coordenador do projeto SPAR, o professor Jorge Monteiro, que indiretamente nos tem acompanhado ao longo destas páginas. A razão principal para a escolha do momento de a entrevista ser próxima do final da investigação foi a de evitar o mais possível o condicionamento das opções de observação e de reflexão. Este condicionamento poderia até nunca ocorrer; porém, a simples suspeita de que ele se pudesse manifestar de forma inconsciente, levou a situar esta entrevista neste tempo.

6.2.9.1. Triangulação de dados e de pontos de vista

Uma segunda razão que abona em favor do momento escolhido é que esta entrevista ao coordenador é uma oportunidade de macro **triangulação**, uma triangulação simultânea em múltiplos aspetos da investigação. Como referido anteriormente, recorri frequentemente ao coordenador para me certificar de aspetos particulares das ocorrências do quotidiano e para confrontar a minha interpretação com a dele, coordenador do projeto; este foi um procedimento de triangulação metódico, quotidiano e inerente à leitura imediata, um procedimento necessário à primeira interpretação do observador. No caso desta entrevista, quase sempre de forma espontânea, surgiram elementos que conformam a necessária triangulação a outro nível, que se identificam nos pontos seguintes.

Em todo o tempo que acompanhei este projeto, tive conhecimento e até contacto direto com outros clubes escolares de robótica; inclusive, o SPAR tem tentado criar alguma dinâmica entre os diferentes clubes escolares desta área e promoveu um primeiro encontro na ESFF. Quero com isto deixar bem claro que este clube escolar não está sozinho. Contudo, à época em que o seu coordenador mobilizou todos os recursos disponíveis para encetar o projeto SPAR, não se via nem ouvia falar de robótica escolar na Região. Nos últimos tempos, pode até ser moda, mas há quinze anos era novidade. O coordenador, então jovem recém-licenciado nessa área, sabe bem do que fala quando refere que nesse tempo *não se falava muito de robótica aqui na Madeira e que não havia cá qualquer evento dessa natureza*; assim, vê-se um primeiro sinal de inequívoco **pioneirismo**, uma marca indelével de **inovação**, conduzida para a escola por este jovem licenciado em engenharia, no início da carreira docente.

Se concordarmos que este carácter inovador reveste sobretudo a área tecnológica em questão, a robótica e a automação, podemos prosseguir para um outro nível de inovação

que, na minha modesta opinião, é da maior importância sublinhar – o nível das práticas pedagógicas.

O professor Jorge identifica claramente a ideia central que o norteia – *hands-on*, conceito com se familiarizou na Universidade do Minho, onde se licenciou, e que podemos enunciar, de uma forma simplista, como “meter as mãos na massa” ou, de forma mais letrada, “aprender fazendo”.

Modestamente, o coordenador do projeto afirma *não se ter baseado em nenhuma teoria pedagógica*. Contudo, quem permaneceu no terreno durante o tempo suficiente para perceber as consequências da sua preferência por uma prática em que a aprendizagem ocorre de mão dada com a atividade prática dos aprendentes, parece estar em condições de afirmar que, mesmo que de forma não consciente, o coordenador do SPAR fez uma opção pedagógica clara e muito coerente no que às **práticas construcionistas** diz respeito. É construindo que os participantes aprendem coisas novas e vão sentindo a necessidade de aprender outras coisas para avançar na construção; ao avançar, vão necessitar de novos conhecimentos ou de novas aptidões e o processo vai decorrendo de forma mais ou menos fluida, repetindo ciclos de aprendizagem e construção com sentido para os aprendentes. Isto, de forma muito resumida e simplista, é o que pude condensar das observações realizadas.

Para ele, professor em início de carreira, desejando criar um projeto escolar numa área inovadora, ser pedagogicamente inovador foi tão natural como respirar. Não pretendeu inovar, mas inovou e continua a inovar, evidentemente, na minha humilde, porém alicerçada opinião.

Há um segundo aspeto que hesitei em ligar estreitamente a esta discussão; acabou por vencer a inclinação inicial e, assim sendo, debruço-me agora sobre a esfera dos **afetos**. Trata-se de uma questão que o coordenador referiu insistentemente durante a entrevista e que, até então, eu já conhecia e valorizava. A questão resume-se em identificar o objetivo principal do projeto como *tocar de alguma forma o percurso de vida deles (alunos participantes), proporcionar-lhes experiências de vida que os marquem*.

Há três ou quatro anos, eu colocaria de imediato a inevitável pergunta, «mas o objetivo não é aprender robótica?». Contudo, estando tanto tempo a observar o SPAR e a refletir sobre “as pequenas coisas” que se sentem por ali, é natural que tenha aprendido alguma coisa! Pelo menos, isto aprendi: não preciso de fazer aquela pergunta. As evidências para

esta resposta apoiam-se nas convicções que paulatinamente se vão produzindo pela continuada observação de comportamentos ao longo de muitas semanas, meses, anos – os participantes aprendem ali robótica, eletrónica e imensas outras coisas, efetivamente; todavia, com o tempo, fui fortalecendo a noção de que a generalidade dos participantes está ali por razões que se situam numa esfera muito mais ampla do que aquela que albergaria apenas as aprendizagens de cariz tecnológico ou oficial; no íntimo dos participantes, eles estão no SPAR sobretudo pelo ambiente que ali vivem ou, como em alguns casos é referido, pelo “espírito” do projeto. São os participantes a afirmá-lo, por um lado, foi o autor a construir essa noção, através da observação, e é agora o coordenador a declará-lo. Neste caso, a triangulação resulta em confirmação plena.

Ainda a este respeito, devo humildemente reconhecer que, durante muito tempo, fui cético quanto àquela perspetiva, ainda que verbalmente declarada pelos participantes, de que o mais importante para eles, dito agora de forma resumida e muito simplista, fosse *o ambiente que se vivia ali no SPAR*. De facto, eu ouvia, questionava de outra forma, interpretava as respostas dos participantes, mas parecia perceber uma certa incoerência entre estas declarações e a *praxis* do projeto; aqueles jovens esforçavam-se imenso, dedicavam uma quantidade enorme de tempo aos seus projetos, aprendiam tanto e, afinal, o importante para eles era *o ambiente do SPAR*? Tudo parecia indicar que o mais importante para eles eram os desafios colocados por uma área tecnológica tão cativante como a robótica, bem como um vasto conjunto de aprendizagens que iam realizando. Aos olhos de quem investigava parecia inconsistente e até estranha aquela significação dos participantes; tinha que a documentar, evidentemente, mas tinha igualmente que a compreender e, para isso, foi fundamental o fator tempo.

Progressivamente, fui entendendo não haver qualquer estranheza naquele sentimento dos participantes – o *ambiente* que os participantes referem inclui “ingredientes” como aprender, fazer, montar, desmontar, pesquisar, tentar, falhar, brincar, falar, pensar, calar, rir, chorar, sair e ficar, ... enfim, tudo coisas que são naturais na vida quotidiana e que ali, no SPAR, são condimentadas com uma panóplia de ferramentas, aparelhos, equipamentos, componentes, computadores, desafios, gente com ideias e alguém que concede ajuda sempre que necessário. Neste **contexto de aprendizagem**, obviamente um ambiente humano, sobressai a figura do coordenador do projeto; segundo os participantes, é alguém que ajuda e incentiva qualquer um deles, é alguém que trabalha e estuda com todos, é alguém que orienta o percurso de todos, mas nunca censura nenhum deles.

Ao conferir com o coordenador aquela questão, fecha-se o terceiro vértice da triangulação: o coordenador concorda com esta ideia e identifica-a como um dos pontos mais gratificantes do projeto, precisamente esse ambiente criado por todos os participantes do SPAR. Na sua opinião, a mais valiosa, há que sublinhar, dado o tempo que passa com os participantes e as privilegiadas relações humanas que estabelece com todos eles, este ambiente alia duas componentes essenciais e fortemente entrelaçadas: a componente relacional e a componente criativa.

A primeira, a que nos referimos como **componente relacional**, é igualmente vivenciada pelo coordenador e pela generalidade dos participantes que consegui observar mais demoradamente. Diversas vezes referido, o *ambiente do SPAR* parece ter um significado amplo unânime entre todos os atores, pese embora as palavras que o definem nem sempre coincidam: enquanto uns associam esse ambiente sobretudo ao espírito de camaradagem, outros associam-no mais à atitude descontraída que todos assumem ao trabalhar neste projeto; quando uns acentuam o aspeto da “brincadeira”, referem-se, no fundo, a essa atitude de aprendizagem descontraída que, simultaneamente, apela à manipulação e à atividade criativa.

Pela breve descrição da anterior, já se depreende que a **componente criativa** está intimamente ligada à componente relacional. Ao manipularem ferramentas ou ao executarem qualquer outra tarefa que envolva o desenvolvimento de aptidões manuais, os participantes demonstram geralmente uma aparência alegre e descontraída que parece contagiar outros dos presentes; muitas das aprendizagens entre pares surgem assim, ocasionalmente, quando um deles executa uma destas tarefas e outro demonstra interesse em saber como se faz. Por outro lado, já que grande parte do trabalho criativo é feito recorrendo a computadores, surgem mais dificuldade em identificar semelhantes sinais de descontração nestas situações; aqui, o nível de concentração é muito elevado e parece que o melhor indicador de bom ambiente é mesmo o silêncio.

Uma das primeiras ideias feitas que tive de desfazer foi esta: suspeitava que a maioria dos participantes se aproximavam e ingressavam no projeto SPAR por terem alguma inclinação *a priori* pelo estudo dos robôs, alguma apetência por esta área da eletrónica, mais em geral. Parecia lógico que quem procurasse uma atividade extracurricular de robótica fosse alguém entendido ou interessado em robôs, tal como quem procura o Núcleo de Música costumam ser pessoas com dotes vocais ou com alguma aptidão a nível instrumental. As curtas conversas com alguns dos participantes e, mais tarde, as

entrevistas, trataram de colocar no devido local as minhas iniciais suspeitas. De facto, parecia não encontrar nenhum participante cuja motivação para ingressar no SPAR, ou *na robótica*, como carinhosamente referido por muitos deles, tivesse sido o particular interesse por esta área. A curiosidade, sim, essa foi motivo de aproximação de diversos participantes. O coordenador corrobora este “achado” e certifica os motivos mais comuns – *porque ouvem falar, ou porque querem aprender coisas diferentes, ou porque querem experiências novas*.

Salvo o caso excepcional do David Moniz, que ingressou no SPAR com uma motivação inicial muito situada no tempo e focada num objetivo concreto, pode também referir-se o “arrastamento amigável” como importante fator de atração ao projeto. De facto, em diversos pequenos grupos, observei ser frequente aparecer mais um amigo, primeiro por curiosidade e apenas para fazer companhia e, depois, por genuíno interesse, ingressar no projeto com tanto empenho quanto os colegas e amigos. Este fenómeno de “arrastamento”, como assinalei, é muito comum em diferentes situações de nossas vidas; quem de nós não ingressou já em algo pelo qual se veio a interessar sobremaneira, por mão de um amigo ou de um grupo de amigos? Por vezes, basta uma circunstância imprevista favorável, como acontece na vida, e é precisamente isto que também acontece, muitas vezes dessa forma inopinada, no projeto SPAR – por amizade, fruto de um mero acaso. Exemplo deste acaso e deste arrastamento amistoso foi o caso daquele grupo que chamei de *os risonhos*: de dois elementos rapidamente se transformou em grupo de quatro amigos e colegas de turma; o quarteto traz mais uma amiga e, muito em breve, tínhamos ali o maior dos grupos do SPAR, com seis ou sete elementos envolvidos num mesmo projeto.

Sendo coordenador do projeto e, portanto, primeiro responsável por toda a evolução ocorrida ao longo da sua existência, o Jorge, quando questionado sobre a possibilidade de mudar profundamente alguma coisa no SPAR, responde-me da seguinte forma: «O que gostaria de mudar era o tempo que tenho disponível da escola para me dedicar aos projetos dos alunos». Ele sente que o **tempo é um fator crítico** no acompanhamento dos projetos dos alunos e penaliza-se por não conseguir, por exemplo, garantir a continuidade de projetos mais complexos interrompidos quando os participantes abandonam a escola ao terminarem os seus estudos.

Não se pode deixar de sublinhar uma notável coincidência de resposta ocorrida quando fiz pergunta análoga ao Duarte, um participante que acompanhámos com algum detalhe;

também ele, o Duarte, e por duas vezes o afirmou, apenas mudaria uma coisa no SPAR, como o leitor talvez recorde: que estivesse sempre aberto, inclusive ao fim de semana, e que tivesse lá um frigorífico, para que ele lá pudesse comer e beber e, desta forma, evitar ter de sair do SPAR e interromper o trabalho que tinha em mãos. O fator tempo, neste caso com um significado distinto, é igualmente para o coordenador o fator crítico do seu trabalho no SPAR.

No que respeita a **espaços e equipamentos**, o Jorge está satisfeito com o que foi conseguindo ao longo destes anos; todavia, admite alguma frustração pelo facto de nem sempre conseguir ter o tempo necessário para se dedicar às ideias e aos projetos que vão germinando no SPAR. Lamenta que, por vezes, não obtenha da própria escola o apoio que gostaria de ter para que aquele precioso recurso, o tempo dedicado ao projeto, pudesse ser mais dilatado.

Segundo o coordenador do projeto, aqueles participantes que são alunos dos CP têm mais facilidade na parte prática, nas montagens, na utilização de ferramentas, enquanto os alunos dos Cursos Científico-humanísticos (CCH) têm mais dificuldade em tarefas que exigem **destreza manual**, como é o caso do uso de ferramentas. Estes últimos, por outro lado, têm mais facilidade na parte da programação, na aquisição de conhecimentos, na autodescoberta e na autoaprendizagem. Tendo trabalhado com participantes de ambas as origens, o coordenador constata ser mais fácil trabalhar os **aspetos cognitivos** com alunos dos CCH; a principal evidência é que são mais produtivos do que os alunos dos CP.

Este aspeto já tinha sido várias vezes aflorado em breves conversas sobre algum projeto ou participante em particular, fazendo parte da indispensável triangulação quotidiana que tive que adotar como metodologia de trabalho de campo; agora, nesta entrevista, a questão tem uma resposta de carácter geral que acaba por não contrariar nenhuma das observações em particular.

Uma outra diferença que já tinha observado e o coordenador do projeto sente fortemente situa-se num plano bem distinto: no que respeita aos alunos de CCH, é praticamente certo que no décimo segundo ano suceda o **abandono precoce** do projeto. Pelo que conhece dos participantes que tem acompanhado, o coordenador identifica os motivos principais para este abandono: regra geral, estes alunos têm imensas atividades de natureza artística ou desportiva fora da escola, e começa a ser muito difícil conciliar as várias atividades com mais uma, o SPAR, e, tendo que fazer escolhas, costumam optar por aquelas atividades onde têm um percurso mais longo; outro motivo, que se manifesta ainda mais

cedo, é a pressão para obter notas altas nos testes e nos exames – outros compromissos, outros projetos, como o SPAR, acabam por ser abandonados por efeito dessa pressão sentida de forma quase constante por alguns destes alunos ao longo do décimo segundo ano e, em alguns casos, já no ano anterior, também ano de Exames Nacionais.

A partir das três tabelas de codificação construídas após análise de conteúdo das diferentes partes da entrevista⁶⁰, podemos resumir as categorias emergentes da entrevista:

Num primeiro grupo temático, **Motivações do coordenador para criar o projeto SPAR**, identificamos informações nas categorias **a ideia inicial, o arranque do projeto**, e os **grandes objetivos** do fundador do SPAR. O nosso professor evoca a sua própria experiência universitária de aprendizagem fazendo com as próprias mãos, o conceito «*hands-on*», como o principal motor motivacional para criar um clube de robótica na escola; logo que conseguiu arrancar com o projeto, pôs em marcha a ideia percursora – com os alunos participantes, criar alguma coisa com o pouco que tinham e, de alguma maneira, proporcionar-lhes experiências que marcassem essa etapa das suas vidas.

Quanto às **Interações entre atores**, isolaram-se as categorias **interação entre pares, entre participantes e coordenador e outras interações**. Para ilustrar as interações na primeira destas três categorias, a interação entre pares, o coordenador utiliza expressões como *espírito de interajuda*, *de amizade* ou *contexto de trabalho mais livre*; a visão do coordenador corrobora a que fui construindo com base nos diferentes depoimentos dos participantes e que, *grosso modo*, correspondem à sua descrição breve, mas muito rigorosa do ambiente vivido no seio do projeto SPAR:

A brincadeira a que eles se referem é um ambiente descontraído (...) eles não vão para lá com esse objetivo, aquilo é vivido de forma espontânea; não há aquela rigidez de estar sentado a ouvir e a aprender (...) aqui, no SPAR, estão dez minutos a fazer uma coisa, depois, durante quinze minutos fazem outro trabalho.

O espírito que eles acabam por vivenciar uns com os outros, acho que é a parte mais gratificante! Este espírito é facilitador da aprendizagem.

No que respeita à segunda categoria, gostaria de sublinhar, num registo quase visual, algumas passagens que ilustram o essencial da interação pedagógica entre coordenador e participantes:

⁶⁰ Apêndice 1 - *Ap_1_Entrevistas_Professores*.

Eu vou ajudá-los. Sento-me ao lado deles. Sempre dado ao ritmo deles. Ou pedem ajuda quando necessitam ou fazem eles a descoberta.

As outras interações referidas pelo coordenador referem-se sobretudo a eventos que levam alguns participantes para fora da Região tendo, assim, ensejo de conhecer outros estudantes do mesmo nível de ensino e alunos universitários quer em Portugal Continental, quer nas Ilhas Canárias. Estes encontros deixam recordações ímpares para todos os que têm a sorte de poder participar e, deve acrescentar quem há muito atenta neste facto, o coordenador tem um particular prazer em mover montanhas para conseguir os meios necessários à concretização destas saídas da Região. Uma curiosidade cujo significado não é de todo despiciendo é que o coordenador tende sempre a levar nestas saídas, para participar em eventos nacionais ou internacionais, os mais recentes membros do SPAR e não os mais veteranos; mesmo que a história mostre que alguns não se vão manter no projeto por muito tempo, ele continua a preferir oferecer o incentivo daquela experiência, à chegada.

Na temática, **Aprendizagens tecnológicas vs experiências de vida**, gostaria de destacar a importância que o coordenador dá às práticas apoiadas na ideia de **aprender fazendo** ou *hands-on*. Esta é a ideia fundadora do projeto, fazer com as suas próprias mãos tudo o que for possível fazer para conceber e construir artefactos tecnológicos. Utilizando expressões do coordenador, nesta sala, os participantes são incentivados a *experimentarem, a fazerem erros, e a fazerem de tudo um bocadinho, todas as áreas desde carpinteiro a serralheiro, um bocadinho de tudo... tudo o que eles precisarem*. O SPAR é, assim, um laboratório e uma oficina multidisciplinar, onde se vai aprendendo e questionando e onde se aprende a ser autodidata; *pedem ajuda quando necessitam ou fazem eles a descoberta e só esclarecem algumas questões*.

O coordenador não se cansa de sublinhar a **valorização do erro** em todo este processo criativo: *Irem experimentar lá fora, nas competições; experimentarem, fazerem erros*.

Além dos aspetos ligados às aprendizagens de todas as categorias que se possam identificar, há aspetos de natureza diferente, mais ligados às experiências afetivas e emocionais, aquelas experiências que se codificaram como **experiências de vida** e que também se poderiam designar por experiências que nos marcam ou experiências que não queremos esquecer; o coordenador refere-se-lhes genericamente como algo que *pode tocar a vida das pessoas*. Vejamos alguns exemplos:

Estávamos a competir contra equipas de politécnicos e de universidades (...) foi mesmo pela experiência deles, terem experiências de vida como irem ao continente, irem conviver com outros colegas.

Acredito que, para alguns (participantes), nós lhes proporcionámos experiências diferentes e até únicas nas vidas deles.

Notei que, em alguns alunos, lhes conseguimos tocar um bocadinho na vida e no percurso deles.

Apesar ser um pequeno grupo de alunos com que trabalhamos, faz diferença para esse grupo de alunos, ou seja, não tocamos muitos, mas tocamos profundamente.

Parece claro que o que faz mover o professor Jorge é esse desejo de proporcionar experiências de vida ímpares a estes jovens estudantes. Não é tanto a aprendizagem avançada de natureza científica ou tecnológica que constituem o objetivo essencial da sua ação; pelas suas palavras e pelas suas atitudes, parece ser mais a possibilidade de lhes proporcionar um conjunto de vivências muito particulares, em que a aprendizagem também tem o seu lugar, em particular a aprendizagem de valores partilhados por esta pequena comunidade.

Nem sempre as pessoas revelam no momento certo os seus sentimentos; às vezes, esquecem-se completamente e perdem todas as oportunidades de mostrar ao outro sentimentos tão naturais quanto a gratidão ou o reconhecimento. Pode ser apenas inibição inerente à cultura ou ao temperamento de cada um. Pode ser insensibilidade. Para quem ouve o silêncio, pode ser tudo, esse nada; e é por vezes esse sentimento que atravessa o espírito do professor Jorge, enquanto coordenador do projeto SPAR. De facto, tendo acompanhado tantos destes jovens em momentos tão marcantes, estranha nunca ter ouvido da boca de um destes jovens uma única frase que os unisse nessa experiência de vida que, acredita o coordenador, o marcou profundamente.

Ouçamos as palavras do professor Jorge, num tom diferente do resto da entrevista:

Notei que, em alguns alunos, lhes conseguimos tocar um bocadinho na vida e no percurso deles. Diretamente, que eles sejam capazes de vir ter connosco e dizer «professor, foi uma experiência que ficou...» Não! (sorri, manifestamente tentando disfarçar alguma mágoa). Não sei por que motivo... (sorri, novamente).

Abertamente, lá, no presente, ou no futuro, que viessem ter connosco e nos tenham dito «professor, isto marcou-nos ou isto foi importante...» Não, isso nunca tivemos! Mas acredito que sim e é isso que nos faz querer continuar com o trabalho, crendo que, de alguma forma, a gente tocou na vida deles e lhes proporcionou alguma coisa de diferente.

Hesitei bastante na escolha dos termos a utilizar, mas decidi-me por codificar esta insólita subcategoria simplesmente como **silêncio paradoxal**.

O autor tem a certeza absoluta que o coordenador não está a manifestar mágoa por os participantes não lhe estarem gratos; não é isso, de todo! É algo diferente, é a estranheza pela ausência de verbalização do retorno acerca dessas experiências de vida que, em alguns casos, se prolongou por três anos e contou com muitas dezenas de horas de salutar contacto. Tendo em conta a baixa aptidão para a expressão, quer verbal quer oral, da maioria destes jovens, talvez se encontre aí uma parte da explicação, mas nunca a cabal justificação para um fenómeno tão generalizado.

Paradoxalmente, alguns destes participantes não foram parcus nas palavras quando, em entrevista ou em outras manifestações, me descreveram certas experiências vivenciadas no SPAR e com o professor Jorge.

6.3. Categorização e síntese de resultados

*Um belo livro é aquele que semeia em
redor os pontos de interrogação.*

Jean Cocteau

Segundo Bardin (1977), o processo de categorização consiste em reunir elementos do *corpus* empírico partindo do que têm em comum e inclui sucessivas operações de inventariação e classificação por similitude. Num processo iterativo, partimos de dados em bruto para nos aproximarmos de dados organizados.

A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o género (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes as quais reúnem um grupo de elementos (...) sob um título genérico, agrupamento esse efectuado em razão dos caracteres comuns destes elementos (Bardin, 1997, p. 117).

Neste estudo, os primeiros esforços de categorização foram realizados à medida que se recolhiam os dados. Assim, as observações conduziram um processo de gradual descoberta e concomitante definição preliminar de categorias de análise que serviram de guias para um primeiro nível de discussão.

Com base nos registos multimédia coligidos no documento *Ap_3_RegistosCampo*, tal como descrito na secção 6.1, foi possível aprimorar aquele processo, redefinindo e agregando categorias, num processo iterativo, visando procura de sentido, sistematização e reflexão concisa.

Por outro lado, as entrevistas trouxeram novos dados que permitiram redefinir a sistematização anteriormente ensaiada, bem como discutir aspetos substanciais dos participantes concretos enquanto atores com voz ativa neste estudo; então, tivemos oportunidade de discutir, com elevado grau de proximidade, as vivências das pessoas concretas que têm construído o SPAR e, em alguns casos, se têm reconstruído a si próprias nesse processo.

Muito importante neste estudo foi a reflexão sobre as fatias de histórias de vida, que tão profundamente marcaram a minha compreensão dos fenómenos em estudo. O cérebro é um órgão de funcionamento lento e aquelas manifestações são geralmente processos lentos, que também exigiram algum tempo ao leitor – o que agradeço.

Finalmente, os testemunhos dos coordenadores do projeto trouxeram dados exclusivos e deram as informações necessárias para fechar o ciclo de triangulação do estudo.

Ao atingir a saturação de dados, tal como sugere Lapassade (1992), a codificação deve tornar-se mais consciente, mais lógica e mais precisa, estabelecendo ligações entre as categorias emergentes e os seus elementos, pois é nesse momento que

(...) la masse de données intégrées aux notes de terrain, les transcriptions, les documents doivent être classés de manière plus systématique. On le fait en général au moyen de la classification et de la catégorisation. (...). Dans cette phase, l'objectif est de donner au matériel recueilli une structure qui va nous permettre d'avancer vers l'analyse finale, la production de concepts et de théories: d'où la nécessité d'ordonner d'abord les données de manière cohérente, complète, logique et succincte (Lapassade, 1992, pp. 33-34).

Tendo em conta os processos descritos no capítulo Metodologia, aqui referidos muito resumidamente, com o pano de fundo da matriz teórica e conceptual cuja discussão fizemos nos capítulos da primeira parte deste trabalho, organizaram-se as informações recolhidas segundo sete categorias, como se mostra na tabela 3.

As unidades de contexto apresentadas nas sete tabelas de categorias integram amostras do trabalho de análise das entrevistas / quadros de categorias, constantes nos apêndices 1 e 2, documentos *Ap_1_Entrevistas_Professores* e *Ap_2_Entrevistas_Participantes* bem como evidências extraídas do apêndice 3, documento *Ap_3_RegistosCampo*.

Eco (1988) utiliza uma imagem muito curiosa para se referir ao processo investigativo: “Fazer uma tese significa recrear-se e a tese é como o porco, não se deita nada fora.” (p. 224); também é atribuída ao escritor e filósofo a famosa frase “A concisão é a essência da inteligência”. Tentando fazer a *quadratura do círculo*, esta secção aproveita o essencial de todos os achados da investigação e, uma vez que boa parte deles foram já discutidos nas secções que a precedem, a discussão será agora densa, porém breve.

Categorias	Indicadores
1. Motivações para o ingresso no SPAR	<ul style="list-style-type: none"> – Curiosidade / expectativa de fazer coisas diferentes – Convívio / colaboração com os colegas – Realizar projeto pessoal – Fascínio pelos robôs
2. Contexto	<ul style="list-style-type: none"> – Atividades de frequência livre – Ambiente informal / descontraído – Acesso a computadores, ferramentas e componentes – Atividades autênticas – Efeito de disseminação positiva SPAR–Escola
3. Papel do coordenador	<ul style="list-style-type: none"> – Apoio estável – Disponibilidade – Mediação / Linguagem utilizada – Valorização do erro – Reforço da autoconfiança
4. Papel dos pares	<ul style="list-style-type: none"> – Trabalho em equipa / Mediação – Discussão de ideias – Apoio afetivo
5. Aprendizagens / competências	<ul style="list-style-type: none"> – Aprender fazendo (<i>hands-on</i>) – Utilização sistemática de meios tecnológicos – Autoaprendizagem / Pesquisa <i>on-line</i> – Pensamento criativo – Autonomia – Motivação – Dedicção / tempo – Resiliência – Profissionalismo – Comunicação
6. Emoções / sentimentos experienciados	<ul style="list-style-type: none"> – Novas experiências – Reconhecimento – Bem-estar / Felicidade – Novos horizontes
7. Socialização do conhecimento	<ul style="list-style-type: none"> – Demonstrações no exterior – Receção de convidados – Representação em eventos nacionais e internacionais

Tabela 3 - Quadro de categorização

6.3.1. Categoria 1 - Motivações para o ingresso no SPAR

Indicador	Unidade de contexto
Curiosidade / expectativa de fazer coisas diferentes	<p>Fiquei curioso... quis saber como é que ia ser! (Nuno)</p> <p>Não, não ligava muito (a robôs). Vinha para fazer coisas novas! (Herculano)</p> <p>Tinham sempre uma porta aberta, mas eu estava sempre fora e não sabia o que era aquilo, mas estava curioso. Uma vez o meu irmão disse-me eles faziam lá coisas de eletrónica e robótica e eu fiquei ainda mais curioso. (David)</p> <p>Temos imensas oportunidades de aprender coisas novas. (Risonhos)</p> <p>Porque ouvem falar, ou porque querem aprender coisas diferentes, ou porque querem experiências novas. (Coordenador)</p>
Convívio / colaboração com os colegas	<p>Ia não para trabalhar, mas para conviver com os meus colegas. (Nuno)</p> <p>Embora ainda não tenha um projeto para mim, às vezes ponho-me também lá a ajudar os meus colegas. (Fábio)</p> <p><i>Indicador de sentido contrário à maioria:</i></p> <p>Eu passo mais ou menos sem conviver. (Eliano)⁶¹</p>
Realizar projeto pessoal	<p>Eu andava sempre com isto na cabeça e juntei duas coisas – a ideia de construir uma impressora 3D e o SPAR, já que era eletrónica e robótica. Então, entrei lá pela primeira vez com esse propósito, de construir uma impressora 3D. (David)</p>
Fascínio pelos robôs	<p>Quando o professor Jorge lá foi (fazer uma demonstração), vi estes robôs todos e fiquei entusiasmado. (...) Como gostei daquilo, e me ficou na cabeça, eu depois vim aqui para a Francisco Franco... lembrava-me sempre daquilo e vim. (Duarte)</p> <p>Tinha muita curiosidade acerca da eletrónica e, principalmente, na parte de Arduíno, FPGA⁶² e coisas assim. (Eliano)</p>

Tabela 4 - Categoria 1: Motivações para o ingresso no SPAR

⁶¹ O Eliano é muito tímido e tem muita dificuldade em se expressar na presença de outras pessoas, daí este ser um caso de indicador de sinal contrário.

⁶² Um FPGA (*Field Programmable Gate Array*), ou Matriz de Portas Programáveis no Campo, é um tipo de circuito integrado com determinada configuração lógica projetada para ser configurada por um consumidor ou projetista após a fabricação.

*Ensinar não é transferir conhecimento,
mas criar as possibilidades para a sua
própria produção ou a sua construção.*

Paulo Freire

Esta primeira categoria contempla quatro indicadores: a simples curiosidade tecnológica ou a expectativa de fazer coisas diferentes, a colaboração ou o convívio com os colegas que já frequentam o projeto, o apoio para concretizar alguma ideia ou projeto pessoal ou, ainda, o interesse pelos robôs e outras tecnologias emergentes.

Tal como foi discutido anteriormente, e que nessa altura sinalizei com alguma estranheza, a ocorrência do último indicador é a menos frequente; de facto, raros são os casos em que se verifica um interesse *a priori* pelos robôs ou pelos outros projetos normalmente desenvolvidos no SPAR.

Num primeiro momento, o que mais atrai os estudantes é a curiosidade, a expectativa de fazer coisas diferentes ou a possibilidade de convívio com colegas e amigos que já frequentam o projeto, o *arrastamento amigável*⁶³.

Parece inegável a importância do motivo da curiosidade, um motivo intrínseco ligado ao impulso de manipular objetos e descobrir como as coisas funcionam. Contrariamente às motivações extrínsecas, que são regidas pelos incentivos, as motivações intrínsecas (curiosidade, manipulação...) parece não terem outro objetivo senão o interesse pela atividade em si: “O cérebro não se desencadeia apenas com estímulos, mas tem uma actividade própria. Em contrapartida, precisa de estímulos para regular a sua actividade, sendo a necessidade de curiosidade explicada talvez por uma origem biológica.” (Fenouillet e Lieury, 1997, p. 29).

Para Bruner (1966), trata-se de um impulso biológico necessário à sobrevivência das espécies; a força deste impulso revela-se na sucessão vertiginosa com que as crianças "saltam" de uma atividade para outra, donde ser importante a curiosidade disciplinada, isto é, canalizar essa curiosidade para percursos intelectuais mais consequentes.

Em alguns casos muito específicos, o SPAR é procurado por estudantes que necessitam de apoio para a concretização de projetos pessoais ou académicos.

⁶³ Conceito introduzido e descrito na secção 6.2.9.1.

Há evidências de que, quer o nome do projeto, quer o do seu principal dinamizador, Jorge Monteiro, vão fazendo escola dentro da escola, oferecendo garantia de disponibilidade quer em termos de instalações e equipamentos tecnológicos, quer em termos de apoio efetivo no planeamento e concretização do projeto.

No caso do Eliano, o indicador *convívio* tem um valor de sentido contrário a todos os outros registos; esta evidência encontra-se quer na observação, quer nas palavras do participante. A constatação deste caso é tratada tendo em conta a sugestão de Flick (1998) para analisar a exceção, o caso desviante. O surgimento de cada caso negativo apela à redefinição ou reformulação de categorias e enriquece a discussão de significados. Estamos perante uma exceção à regra, “o caso negro” que, pelo confronto, fortalece as hipóteses explicativas já esboçadas (Guerra, 2006).

6.3.2. Categoria 2 - Contexto

Indicador	Unidade de contexto
Atividades de frequência livre	<p>Neste trabalho estamos a fazer o que gostamos. (Duarte)</p> <p>Nós, lá no SPAR, falamos sobre tudo. (Nuno)</p> <p>Sabem as regras básicas de comportamento e de respeito lá dentro, mas estão à vontade. (Coordenador)</p>
Ambiente informal / descontraído	<p>É porreiro, é um bom ambiente, estamos todos concentrados em alguma coisa... se não for a trabalhar é a brincar. (Duarte)</p> <p>No SPAR eu estou mais à vontade para ter dúvidas e para perguntar. (...) Nós estamos mais à vontade, mais descontraídos. (Nuno)</p> <p>Rodeados de amigos, colegas e professores que nos transmitem um bem-estar que proporciona um trabalho mais eficaz e que nos dá muita satisfação. (<i>Risonhos</i>)</p> <p>O professor Jorge aqui é diferente (...) aqui, consegue falar melhor, socializar melhor com as pessoas. (Alexandre)</p> <p>Não há aquela rigidez de estar sentado a ouvir e a aprender. (Coordenador)</p> <p>O espírito (que) eles acabam por vivenciar uns com os outros, acho que é a parte mais gratificante! A parte técnica, obviamente, também. Este espírito é facilitador da aprendizagem. (Coordenador)</p>
Acesso a computadores, ferramentas e componentes	<p>Outra coisa de que lembro era de me sentir orgulhoso de ter ali aquela caixa de ferramentas sempre disponível e também a eletrónica, tudo disponível e era eu que fazia tudo! (David)</p> <p>Os (alunos) que vêm de Cursos Profissionais de cariz tecnológico têm mais facilidade na parte prática, nas montagens, na utilização de ferramentas. (Coordenador)</p>
Atividades autênticas	<p>A maior parte do que se ensina na escola acaba por não ter cabimento lá fora; estou a falar principalmente das disciplinas fora da área técnica. Acho que o SPAR é mais parecido com o mundo; lidamos com aspetos que são essenciais. (Eliano)</p>
Efeito de disseminação positiva SPAR–Escola	<p>A minha participação no SPAR tem sido uma maneira de eu ficar mais interessado no curso; sim, no décimo ano eu não era dos alunos mais interessados, era até dos mais desinteressados. Houve uma espécie de contágio do SPAR para o curso. (Nuno)</p> <p>Antes, a escola era uma <u>seca</u>! (Herculano)</p>

Tabela 5 - Categoria 2: Contexto

Toda a educação assenta nestes dois princípios: primeiro repelir o assalto feroso das crianças ignorantes à verdade e depois iniciar as crianças humilhadas na mentira, de modo insensível e progressivo.

Franz Kafka

A criação de um contexto de trabalho e de aprendizagem centrado nos participantes é uma das tarefas que o coordenador leva a cabo com a participação ativa dos colaboradores e dos aprendentes. Este contexto pode analisar-se na sua componente material – os computadores, as impressoras 3D, os equipamentos de análise de circuitos eletrónicos, ferramentas diversas, robôs e drones de diversos tipos, componentes e acessórios eletrónicos e uma panóplia de outros equipamentos que se foram reunindo para serem utilizados numa sala que é um misto de oficina, laboratório e sala de investigação e desenvolvimento.

A componente não material deste contexto é igualmente rica e engloba características diferenciadoras, como o facto de se basear em atividades de frequência livre e sem a pressão da avaliação classificativa; além disso, os participantes têm a sensação de “respirar” uma grande informalidade e descontração, de realizarem atividades autênticas e sentirem a coexistência de trabalho e de sonho.

Têm sido vividas e relatadas práticas pedagógicas capazes de humanizar uma certa aridez do saber obrigatório. Como resultado imediato, observa-se frequentemente uma mudança radical no interesse e no empenhamento dos alunos. Indo além dos conhecimentos que as disciplinas curriculares lhes proporcionam, as atividades extracurriculares tendem a criar no aluno o gosto de estar na escola, através da execução de tarefas que ele próprio pode escolher. “Da interligação das duas componentes – a curricular e a extracurricular – surgem interessantes produções, comprovativas da apetência dos alunos pela realização de trabalhos de pesquisa por si protagonizados” (Balacho e Coelho, 1996, p. 65).

Estas atividades favorecem também a socialização do aluno e criam nele a consciência e o sentido de cidadania, ao mesmo tempo que consolidam a sua identidade cultural. Por outro lado, promovem ajuda e assistência a alunos com ritmo de aprendizagem mais lento. Não menos importante é a possibilidade de desenvolvimento das suas aptidões e o despertar de vocações artísticas ou técnicas. Muitas experiências têm sido levadas a cabo e é importante que elas continuem a ser fermento de motivação e não mais uma «rotina»

para cercear a liberdade de sonhar. As atividades extracurriculares contribuem para a formação do indivíduo e para a descoberta das suas potencialidades.

Segundo aquelas autoras, o docente não deve abdicar do seu papel motivador de aprendizagens. Competir-lhe-á, entre outras, tratar dos interesses e necessidades individuais de cada aluno e planejar atividades e incentivos consentâneos; ajudar os alunos a tomar parte ativa nos objetivos e a obter uma sensação de êxito e de confiança; descobrir pontes entre a experiência viva dos alunos e o conteúdo das atividades.

A adesão espontânea (ou mesmo sugerida por um docente) a atividades de âmbito extracurricular ou de complemento curricular, constitui, em suma, um incentivo à motivação intrínseca do aluno – na medida em que lhe despertará o prazer da realização de uma atividade desejada, por se inserir num projeto pessoal ou simplesmente pelo prazer de aprender – e à sua motivação extrínseca – quando lhe traz alguma espécie de recompensa ou quando se lhe dirige um elogio ou, mais não seja, pelo reconhecimento dos seus pares.

Como consequência das características psicológicas favoráveis deste contexto, diferentes participantes afirmam terem mudado para melhor a sua perceção do significado da escola, resultado que se designou de efeito de disseminação positiva SPAR–Escola; este efeito é particularmente importante para alunos dos CP com um percurso escolar muito problemático, com autoestima e níveis de motivação extremamente baixos e para quem as atividades escolares pouco ou nenhum significado representam.

Os participantes empenham-se em projetos e tarefas autênticas, como a construção de artefactos tecnológicos complexos, usados para situar a aprendizagem nos seus gostos ou interesses pessoais em contextos atraentes e realistas.

O trabalho desenvolvido no SPAR, um contexto particular dentro de um mais vasto contexto social escolar, rompe um dos problemas apontados por Fino (2009) à generalidade da atividade escolar que acaba por redundar na prática descontextualizada do real, ainda que inserida no contexto escolar, verificando-se uma disparidade entre o contexto social e o contexto social escolar. O antagonismo resulta do fosso entre o contexto social, traduzido pela ação dos aprendentes em situações reais, e o contexto social escolar, produzido pela atividade escolar desprovida daquela realidade.

Segundo Fumat (1997), a fronteira entre constrangimentos e conflitos é muito débil e difícil de manter. A autora refere os regulamentos escolares como um exemplo de quadro de conduta constrangedor:

Les règlements par exemple sont bien, au départ, pensés et voulus par des personnes. Mais précisément ils sont vécus par le jeune comme une contrainte quasi naturelle, un cadre de vie contraignant dont on ne connaît pas l'origine. On sait aussi que la réaction à un milieu insupportable peut être la fuite, la passivité, ou l'agressivité réactive. (Fumat, 1997, p. 65)

Uma agressividade que se voltará precisamente contra as pessoas mais próximas, que são os professores, o pessoal do estabelecimento e os colegas.

Muito comum entre o público adolescente é um conjunto de comportamentos a-escolares: eles trazem simplesmente para o sistema as condutas habituais das suas vidas fora da escola. Os seus comportamentos – agitação, ruído, desinteresse – parasitam a situação escolar e tornam o ensino muito difícil. No SPAR, estes comportamentos desaparecem por completo; numa conversa com o coordenador, emerge uma das causas desta alteração comportamental observada na maioria dos participantes – a importância das regras simples: *Estão à vontade, sabem as regras básicas de comportamento e de respeito lá dentro, mas estão à vontade. O respeito mútuo é a primeira; podiam brincar, mas sem magoar os colegas e sem transgredir o espaço dos outros. A outra é o respeito pelo material que lá está.*

Duas regras, que se podem resumir em uma apenas – o respeito – são facilmente interiorizadas, sem constrangimentos, por todos os participantes, constituindo um elemento característico da *cultura do SPAR* e, na minha modesta opinião, um dos principais “ingredientes” do contexto em estudo.

6.3.3. Categoria 3 - Papel do coordenador

Indicador	Unidade de contexto
Apoio estável	<p>O professor Jorge mostrou-me como é que se fazia, eu ia fazendo e, quando tinha qualquer dúvida, chamava-o. (Duarte)</p> <p>Tive que fazer alguns ajustes com a ajuda do professor Carlos⁶⁴, que ajudou bastante. (Nuno)</p> <p>É uma alma caridosa que me ajuda, se não (...) tem coisas que ia correr muito mal. (Alexandre)</p>
Disponibilidade	<p>A pesquisa fomos nós que fizemos e depois o professor Jorge deu-nos uma ajuda na parte do <i>software</i>. (Nuno)</p> <p>O professor Jorge já nos tem ajudado aos poucos, quando tem tempo, vai ficando o tempo possível e vem-nos ajudar, claro! (Herculano)</p> <p>O Jorge, ele é um gajo que é muito dinâmico e ativo. (Prof. Carlos)</p>
Mediação / Linguagem utilizada	<p>O coordenador, nas aulas é como um professor, na robótica é como um amigo! (Énio)</p> <p>A forma como ele comunicava, encorajava! (David)</p> <p>Para explicar alguma coisa, o professor usa a linguagem de um jovem e isso ajuda bastante. (Tiago)</p> <p>A gente dá-lhes as bases para que eles possam fazer investigação por eles próprios; aquele arranque inicial é sempre dado ao ritmo deles. (Coordenador)</p> <p>Nós ali temos que ser muito autodidatas. E também temos ali a bengala que é o Jorge... sem ele as coisas eram muito complicadas. (Prof. Carlos)</p>
Valorização do erro	<p>Falhar fazia parte do trabalho e eu tinha muita liberdade, lá. Quando falhava, o professor Jorge dizia «olha, é tentar sempre.» E eu tentava mais uma vez! (...)</p> <p>Uma das grandes aprendizagens que fiz no SPAR foi que falhar é bom! (David)</p>
Reforço da autoconfiança	<p>O professor Jorge já tinha percebido que eu estava meio desanimado com o robô do <i>cuvo de Rubik</i>. (Nuno)</p> <p>O professor tenta dar dicas sobre o que se deve fazer de modo a que eu tente lá chegar sozinho. (Eliano)</p> <p>Pensei várias vezes em desistir (...) agora está a começar a andar mais porque o professor Jorge tem-nos ajudado. (Herculano)</p>

Tabela 6 - Categoria 3: Papel do coordenador

⁶⁴ O papel do professor Carlos, colaborador do projeto e braço direito do coordenador, é reconhecido por todos.

É importante reconhecer que a formação é cada vez menos um processo de treino para saberes e práticas e cada vez mais um processo de mudança cultural.

António Dias Figueiredo (2017)

A categoria anterior já deixou adivinhar a importância do papel do coordenador enquanto criador das condições do contexto que se caracterizou. Na presente categoria, o coordenador assume um papel crucial enquanto elemento desse mesmo contexto que ele próprio ajudou a criar.

Na ótica dos participantes do SPAR, o coordenador apoiará sempre quem precisar de ajuda. Quer presencialmente, quer através de qualquer meio tecnológico de comunicação, o coordenador ajuda o participante ou o grupo em dificuldades, estuda com eles, discute com eles as causas e possíveis soluções para os problemas que surgem e fá-lo nos termos em que os aprendentes entendem e na exata medida em que eles necessitam.

Grande parte da atividade dos participantes gira em torno de projetos inovadores, o que significa que estão a fazer coisas que ninguém ainda tinha feito. Assim, deparam-se frequentemente com situações que exigem estratégias de tentativa e erro, o que pode conduzir a impasses e a frustrações. O coordenador tem aqui um papel essencial ao valorizar o método de tentativa e erro e os processos metacognitivos a ele associados; os participantes aprendem deste modo a valorizar o erro enquanto caminho para a aprendizagem. Enquanto elemento chave na mediação, o coordenador tem uma facilidade inata em utilizar uma linguagem muito próxima da linguagem utilizada pelos participantes, o que é muito apreciado e proveitoso. A mediação identificada no contexto do SPAR afasta-se das práticas de inspiração instrucionista e parece emergir de uma forma natural de aprender com os pares mais aptos enquanto mediadores da aprendizagem, oferecendo *scaffolding*; desta forma, a mediação funciona como uma ponte entre o saber atual e o saber potencial, e a aprendizagem age como indutor do desenvolvimento (Fino, 2000).

Ao procurar apoiar todos os participantes, atuando na ZDP, ao incentivar as novas tentativas após os falhanços, ao furtar-se a qualquer tipo de censura aos participantes, ao estudar com os aprendentes os assuntos que não domina em absoluto, o coordenador reforça a autoconfiança dos participantes e talvez esteja a contribuir para a construção de uma comunidade de prática, uma rede de relações entre várias pessoas, onde a linguagem,

os artefactos e as simbologias medeiam essas mesmas relações: “People’s social relationships give structure to their activities. Peoples experience "problems" subjectively in the form of dilemmas and, so motivated, "problem-solving" activity often leads to more or less enduring resolutions rather than precise solutions.” (Lave, 1988, p. 124).

O coordenador investe muito do seu tempo e da sua energia tentando criar as condições físicas para proporcionar um ambiente confortável e ergonómico, com boas condições de iluminação, bem apetrechado no que respeita a computadores e acessos à Internet e o mais bem equipado possível no que toca aos equipamentos mais específicos de um clube de robótica. O próprio espaço, a *sala do SPAR*, tem sido alvo de remodelações frequentes e de ampliações significativas, como já foi assinalado. Segundo Papert (2008), esta é uma atitude de inspiração construcionista: recorrendo à metáfora de ser preferível dar uma cana de pesca e ensinar a pescar a alguém que tem fome do que lhe dar um peixe, o autor alude à importância dos conhecimentos sobre pescar bem como à necessidade de ter bons instrumentos de pesca – com isto se referindo a artefactos tecnológicos como o computador – e também ter águas fecundas onde pescar, ou seja, uma ampla gama de atividades estimulantes.

Tal como pude observar e foi referido por um número considerável de participantes, o papel tradicional de professor desaparece por completo neste contexto, para deixar espaço ao seu papel de organizador do meio social, tal como preconiza Vygotsky (1997).

De forma espontânea e quase “instintiva”, segundo o que fui apurando através de anos de observação e de convívio, o coordenador do SPAR atua como sereno guia dos aprendentes, concede-lhes a maior autonomia possível e ajuda-os em fases críticas dos seus projetos. Tendo delineado o contexto onde se movem, o coordenador incentiva os participantes a explorar ativamente e criticamente os “nutrientes cognitivos” existentes no ambiente a partir dos quais constroem conhecimento (Papert, 1980; Sousa e Fino, 2001).

Admitindo que o processo de construção do conhecimento é da responsabilidade do aprendente, ao coordenador compete guiá-lo e ajudá-lo a harmonizar os seus conhecimentos anteriores com as aprendizagens emergentes, apoiando-o naquilo que não consegue resolver autonomamente, ou seja, intervindo na ZDP do aprendente (Vygotsky, 1988).

Parece existir uma grande afinidade de opiniões quanto à importância da figura do professor, da sua conduta e da sua atitude, quer no processo ensino-aprendizagem, quer

na própria formação da personalidade do aluno. Exteriorizado de diferentes maneiras, um aspeto que os participantes valorizam sobremaneira é o facto de o coordenador incentivar os aprendentes a tentar de novo, sempre que falham, evitando julgamentos e avaliações negativas. Esta atitude redonda num fator de motivação particularmente importante em momentos de desânimo em que os participantes ponderam a desistência, face às dificuldades.

De facto, são as atitudes do professor que vão marcar de forma positiva ou negativa a ideia que temos de nós e a crença nas nossas capacidades. Por isso se constituem em referência fundamental. Como um espelho reflector que devolve a imagem, é através do eco que essas atitudes têm em nós que nos vemos e revemos enquanto nos vamos construindo como pessoas, estimuladas pelo seu reforço positivo ou humilhadas pelo julgamento reprovador. É que a imagem das situações que nos marcam pode desaparecer, mas deixa rasto. Esse rasto, como o de todas as experiências emocionalmente fortes, vai sendo integrado por nós e contribui para a construção dos modelos de referência futuros. Daí a importância da conduta do professor como modelo de adulto. (Sampaio, 1994, p. 228)

Um atributo fascinante da condição de professor decorre do facto de ele ser, a tempo integral e primeiro que tudo, um influenciador de personalidades no seu processo de formação. Para este autor, só há uma atitude a ter perante um aprendente que fracassa, é proporcionar-lhe os meios para que tente situações de sucesso, de acordo, evidentemente, com as suas aptidões e grau de conhecimentos. É este o maior poder que o professor detém – um poder construtor ou destruidor conforme queremos ter consciência dele e o exercemos.

Outro aspeto que assume particular importância neste projeto é a questão da motivação dos estudantes:

A presente preparação técnica, psicológica e humana do professor deverá conduzi-lo a uma orientação motivacional da intrinsidade do próprio aluno, ou seja, a uma canalização da sua força e acção impulsional, a qual o motiva a aprender, a dar continuação ao que aprendeu, a aprofundar os seus centros de interesse e a descobrir o seu potencial de acção bioenergética, transformadora de níveis de acção e fecundadora de sucessivos graus de expectativas e aspirações. É num tal sentido que se enquadra a distinção entre o bom e o mau professor que, segundo Combs, não reside no facto daquele saber qual a relação que deve existir entre o professor e o aluno, mas sim nos sentimentos, atitudes, objectivos e concepções da natureza do "Eu", ou seja, não tanto no que é feito, mas sim no como é feito e porque é feito. (Fernandes, 1990, p. 108)

Considera o autor que a ação motivadora dos professores deve ser um conjunto de meios, técnicas e estratégias que têm por objetivo satisfazer as necessidades dos educandos, desencadear e desenvolver neles os seus próprios centros de interesse, na linha das suas

tendências e aptidões. Tais devem ser os objetivos das constelações de incentivos fomentadas pelos professores, isto é, manter a motivação intrínseca do aluno, satisfazer as suas necessidades psicoafectivas e intelectuais, e desenvolver e reforçar os seus centros de interesse, facto este que acontece quando incentivos e estímulos utilizados pelos professores estão articulados com os interesses e necessidades dos alunos.

O cerne do sucesso educativo encontrar-se-á, portanto, nos efeitos resultantes da interacção das tarefas propostas pelo professor com os interesses e necessidades dos próprios educandos, facto que desencadeia neles o desejo e lhes aviva a necessidade de as realizar. (...) motivar os alunos é desencadear dentro deles um processo que os impulsiona a agir psíquica, mental ou fisicamente, em consonância com os objectivos que se pretende que eles alcancem. (...) a motivação do aluno é indispensável a todo e qualquer tipo de aprendizagem, de retenção e de desenvolvimento tranquilo e disciplinado do processo ensino-aprendizagem. (Fernandes, 1990, pp. 160, 170)

Podemos afirmar, portanto, que um educando se encontra motivado quando ele próprio sente uma necessidade que o leva a interessar-se por algo e com o propósito de conseguir ou alcançar esse algo, a fim de satisfazer tal necessidade. Encontra-se, pelo contrário, desmotivado quando as incentivações ou estímulos usados nada têm a ver com as necessidades dos alunos, quando não estão relacionados com a sua realidade psicológica ou quando não são recebidos por eles. A motivação deve ser entendida, portanto, como um processo de satisfação das necessidades do educando a curto prazo.

Segundo o autor, é a ação interior que desencadeia a motivação e é esta que desenvolve, estimula e reforça aquela, unifica as instâncias psíquicas, desencadeia a exteriorização dos desejos inconscientes, faz com que as potencialidades do indivíduo se transformem, em ato e se insiram no universo que as envolve. Esta ação, sobretudo a espontânea, orientada pelo professor, em harmonia com os interesses dos alunos, fará com que estes demonstrem zelo e eficiência no trabalho, sejam tolerantes para com a frustração e o cansaço, permaneçam mais demoradamente no seu trabalho, manifestem uma maior e mais difusa concentração, denotem um sentimento de calma e bem-estar.

Do mesmo modo, relação afetiva, sensibilidade humana, competência, atenção e observação aparecem como características básicas de um professor eficiente, necessárias ao desenvolvimento da compreensão dos alunos, das suas atitudes e alterações comportamentais, tendo sempre em mente que, por mais irracional ou descontrolado que pareça um comportamento, este resulta sempre de uma multiplicidade de causas, como ansiedade, instabilidade, carência afetiva, insegurança, frustração, agressividade, cólera, ira, ódio, *etc.*

Ciente de que a compreensão é um atributo humano que não é adquirido fácil nem rapidamente, este pode ser progressivamente ampliado, através da observação e análise do comportamento nas várias situações de aprendizagem, tanto por parte dos professores como dos alunos. O autor reconhece o princípio da existência de interações e interferências funcionais com as respectivas interferências da unidade biopsicológica do indivíduo, pois ele possui necessidades de ordem biológica, de natureza social e psicológica. A presente unidade funcional da existência da pessoa leva-nos, forçosamente, a descrever a motivação como sendo uma condição ou estágio interior do indivíduo, composto de impulsos, pulsões, apetências, necessidades, interesses, propósitos e decisões, que o levam a agir. Tal ação está interdependente de estímulos exteriores, motivações interiores e condições biopsicológicas do indivíduo.

O fator “interesse”, no processo de aprendizagem e sua eficácia, apresenta-se fundamental, pois é ele que faz com que o aprendente unifique e invista as energias no trabalho que se dispõe a fazer, concentrando, assim, o seu espírito e o seu corpo em tais atividades, identificando-se, de uma certa maneira, com elas.

6.3.4. Categoria 4 - Papel dos pares

Indicador	Unidade de contexto
Trabalho em equipa / Mediação	<p>Sim, o SPAR foi algo de novo que não tinha paralelo em nada. Não havia competição; o que havia era cooperação entre todos. (David)</p> <p>Às vezes eu também ficava aqui um bocado com o David e fui aprendendo assim. (Duarte)</p> <p>Os professores e os colegas foram sempre ajudando. Há sempre alguém disposto a ajudar no caso de aparecer alguma dúvida. (Énio)</p> <p>Temos por esta altura lá o Nuno que, juntamente connosco, professores, aprendeu (<i>Fusion 360</i>)⁶⁵; demos-lhe algumas indicações e ele foi para a Net “cuscar” e tem apresentado alguns resultados muito bons e vai ensinando, vai fazendo e isto também puxa por nós (equipa coordenadora), para aprendermos. (Prof. Carlos)</p>
Discussão de ideias	<p>Era sobretudo eu, mas, quando surgia algum problema, discutíamos ou fazíamos uma espécie de <i>brainstorm</i>. (David)</p> <p>Foi também da nossa imaginação. Foi imaginado e realizado por nós. (Alexandre)</p> <p>Sempre que um precisa de ajuda, eu vou procurando com eles as soluções. (Fábio)</p>
Apoio afetivo	<p>Eles vivem um espírito de interajuda, de amizade. (Coordenador)</p> <p>Às vezes acabam relacionamentos com namoradas e ali acabamos por ampará-los nestas dificuldades. (Prof. Carlos)</p> <p>Aquele espaço é um espaço de trabalho, mas também é um espaço de relacionamento; quer dizer que nós rimos, nós choramos, nós saltamos, nós batemos palmas, nós fazemos tudo ali. (Prof. Carlos)</p> <p>Eu passo mais ou menos sem conviver, mas ter algum amigo, alguém para falar, a pessoa sente-se melhor. Conversar é pouco... é mais a fala. (Eliano)</p>

Tabela 7 - Categoria 4: Papel dos pares

⁶⁵ *Fusion 360*, novo software de desenho 3D que o SPAR resolveu adotar com vista a superar algumas limitações do *SketchUp*.

Qui docet, discit.

(O que ensina, aprende.)

Joseph Lancaster

Os pares assumem diferentes papéis neste contexto rico de atributos. Enquanto contexto social de aprendizagem, os participantes formam os nós de uma rede onde se estabelecem relações que podem ser de amizade, de total partilha de significados ou a mais ténue relação de camaradagem enquanto membros de um mesmo projeto. Em qualquer dos casos, há elementos que tendem a criar laços de uma cultura comum tal como a linguagem utilizada, os significados atribuídos às suas ações ou a adesão a um projeto extracurricular de frequência livre.

Como que a ligar todos os elementos encontra-se a figura do coordenador, incentivando a aprendizagem através da prática. Por outro lado, os pares mais capazes são muitas vezes mediadores de acesso a conhecimento que detêm, dada a sua experiência ou especialização em determinada área; regra geral, este papel é mais frequente em tarefas que exigem habilidades ou técnicas próprias como soldadura de componentes eletrónicos ou manipulação de ferramentas específicas. Outra vertente onde a mediação assume particular importância é nas mais sofisticadas ferramentas de *software*, onde a experiência de um participante mais experiente pode fazer toda a diferença para os pares e para os coordenadores do projeto.

O contexto do SPAR inclui uma forte componente de autonomia que, segundo Vygotsky (1988), desempenha um papel importante enquanto fator que impulsiona na direção de uma cultura de partilha, permitindo que os aprendentes pratiquem atividades metacognitivas no decorrer das quais os mais capazes atuam como pares-tutores operando na ZDP dos menos aptos.

Segundo Fino (2011a), a construção de conhecimento, conquanto se fortaleça a nível individual, é o produto da interação com o outro, cujos resultados “(...) podendo ser externalizados, podem ser igualmente partilháveis e ficarem ao alcance do escrutínio metacognitivo feito pelo outro. (...) Construção compartilhada. Construção em cooperação com o outro” (Fino, 2011a, p. 51).

Muitos dos projetos do SPAR são desenvolvidos por pequenos grupos de participantes, tipicamente dois, o que sublinha toda a relevância do trabalho em equipa.

Fruto de pesquisas de antropólogos junto de certas sociedades, é aceite que a competição não constitui um impulso biologicamente determinado; ela é, antes, um motivo adquirido que a maioria das culturas reforça em detrimento da cooperação. Não será de estranhar que as escolas reflitam as normas culturais da sociedade em que se inserem, o que muitas vezes tem efeitos secundários desagradáveis – hostilidade e atitudes negativas relativamente à escola e aos professores em escolas onde seja elevado o nível de competitividade. A competição tem efeitos variados sobre o desempenho: por um lado, aumenta o desempenho, por outro lado, a competição ou a rivalidade pode conduzir a disputas, agressividade e, em consequência disso, queda dos desempenhos.

Segundo Bruner (1966), uma outra vantagem da abordagem cooperativa à aprendizagem é o facto de conduzir a níveis mais elevados de motivação intrínseca, especialmente em crianças menos capazes. O professor deverá ter em conta tanto o nível de motivação e idade dos seus alunos como a natureza da tarefa; há também que ter em mente que os grupos, pela sua própria natureza, modificam o seu comportamento. O autor considera a *reciprocidade* – motivo para se trabalhar cooperativamente com os outros – como podendo ser inerente à espécie humana e ter sido o motivo responsável pelo desenvolvimento da própria sociedade.

A discussão de ideias pode aparecer apenas dentro do grupo, entre os elementos do grupo e alguns dos seus pares ou entre os elementos do grupo e qualquer um dos coordenadores do projeto. Em qualquer dos casos, a discussão em si mesma tem um inestimável valor na procura de novas soluções para os inúmeros problemas que surgem no decorrer do desenvolvimento dos projetos a que os participantes se entregam. Esta afigura-se como evidência de um dos princípios elementares da matemática, segundo o qual uma boa discussão fomenta a aprendizagem (Papert, 1993).

A maioria dos participantes no projeto SPAR, viemos a constatar, além de percursos escolares problemáticos também tem contra si o estigma da debilidade do contexto socioeconómico; como se estes fatores de fragilidade não fossem já bastantes, percebe-se ainda o fraco apoio familiar a alguns destes jovens estudantes. O ambiente do SPAR acaba por ser o melhor apoio afetivo que eles encontram para minorar o sofrimento inerente a certas ocorrências e circunstâncias da vida nada fácil destes jovens.

6.3.5. Categoria 5 - Aprendizagens / competências

Indicador	Unidade de contexto
Aprender fazendo (<i>hands-on</i>)	Não me baseei em nenhuma teoria pedagógica. A ideia, o conceito, era mesmo <i>hands-on</i> ! (Coordenador) Aqui, na minha segunda casa, fazia tudo. (David)
Utilização sistemática de meios tecnológicos	Computadores, <i>tablets</i> , robôs, ROV, drones, impressoras 3D, equipamento de laboratório e oficina. (Observado)
Autoaprendizagem / Pesquisa <i>on-line</i>	Foi, foi (autoaprendizagem) ... tutoriais, vídeos e manuais disponíveis na Internet. (David) Fomos “fossando” e começamos a descobrir como se trabalhava com aquilo. (Herculano) Na Internet temos bastante ajuda. (Nuno)
Pensamento criativo	Quis construir um cubo de LED RGB... (ri) E era um projeto cinco estrelas! (Duarte) Demos a ideia de fazer o seu controlo (ROV) através de uma aplicação para <i>smartphone</i> . (Nuno)
Autonomia	Os participantes trabalham a maior parte do tempo sem a presença dos coordenadores. (Observado)
Motivação	Era mesmo uma motivação! (David) É preciso gosto pelo que se faz! (Duarte)
Dedicação / tempo	Nessa altura, eu tinha namorada e ela ficava ciumenta da impressora. (risos) Ela dizia que eu passava mais tempo com a impressora do que com ela... e era verdade! Das duas até às dez da noite, todos os dias! (David) Dezassete horas semanais no (projeto). (Herculano)
Resiliência	Estive umas duas semanas assim, era frustrante! (...) depois lá se melhorou e acabou por se resolver o problema. (Nuno) Sim, já me apeteceu desistir, mas, quando chegava a esse ponto, fazia uma pausa e tentava arranjar outros projetos antes de voltar a insistir nesse problema. (Eliano)
Profissionalismo	Da forma o mais profissional possível. (Alexandre) Fez placas de circuito impresso “à profissional”. (Coordenador, referindo-se ao Duarte)
Comunicação	Na opinião do prof. Jorge tenho jeito para apresentar as coisas. Em Canárias (ri) o que eu queria era falar espanhol! (Nuno) Consegui explicar o todo o funcionamento da impressora sempre em inglês. (Tiago)

Tabela 8 - Categoria 5: Aprendizagens / competências

*A educação é uma coisa admirável,
mas é bom recordar que nada do que
vale a pena saber pode ser ensinado.*

Oscar Wilde

Estando no terreno o tempo suficiente para acompanhar os processos de aprendizagem e concomitante construção adotados pelos participantes no SPAR e ter a oportunidade de esperar o tempo suficiente para apreciar devidamente o produto do seu trabalho, conduz a uma lista de competências e aprendizagens que só algum engenho suplementar permitiu reduzir ao número de dez. A chave que parece ter sido a ideia fundadora do projeto, aprender fazendo (*hands-on*) que, aliada à forte aposta na utilização sistemática de meios tecnológicos como computadores, *tablets*, robôs, ROV, impressoras 3D, *etc.*, levou ao *design* de um contexto profundamente construcionista. Tal como preconizava Papert (1999, 2008), os computadores e demais meios tecnológicos são aqui entendidos e utilizados enquanto instrumentos que rompem com o seu uso em proveito da transmissão de informação, tão ao gosto da escola tradicional, para serem utilizados na construção de conhecimento novo e com significado para os participantes.

Papert (1997, 1999) sublinha o valor de indicadores como “pensamento criativo” e “aprender fazendo” ao referir o papel do professor enquanto criador de condições para a *invenção*, em vez de fornecer conhecimentos já consolidados, e ao enfatizar que as aprendizagens são efetivas quando os aprendentes têm a oportunidade de construir algo com significado importante para si próprios (*learning by making*).

O exame da lista de aprendizagens e/ou competências identificadas no contexto do SPAR leva a percorrer autoaprendizagem associada à pesquisa *on-line*, o pensamento criativo, a autonomia, a motivação, a dedicação e capacidade de dedicar muito tempo a um projeto (700, 800 ou mesmo 1200 horas), a resiliência ou capacidade de superar as adversidades e as frustrações, o profissionalismo do trabalho desenvolvido e a capacidade de comunicação. É difícil concluir a enumeração sem recordar o trabalho de Figueiredo (2017) quando procurou sistematizar competências de nova geração a serem reforçadas para que os jovens possam encarar os desafios das próximas décadas:

Que competências para, quando especializados numa área que se torna obsoleta, se reconfigurarem para outra, radicalmente distinta? E para lidarem com a incerteza que caracteriza os nossos dias? E para decidirem em situações não-lineares, de grande complexidade e indeterminismo? E para liderarem e saberem ser liderados? E para interiorizarem, pela prática, que muitos dos sucessos dos nossos dias se encontram para

lá de grandes derrotas e frustrações? E para se apaixonarem pelas tarefas que executam?
E para assumirem autonomamente, individual e coletivamente, os seus destinos?
(Figueiredo, 2017, p. 327)

Todos os participantes atribuem um grande significado à pesquisa de informação *on-line* já que consideram a Internet como uma das principais fontes de informação e de conhecimento; pelo que se observou, e que está em concordância com o observado por Correia (2011), parece existir uma ligação entre as competências e os conhecimentos abrangidos nas pesquisas na Internet e o pensamento lógico, o que evidencia implicações nos processos metacognitivos.

Todos os participantes deste estudo são, à partida, ou rapidamente aprendem a ser, muito desembaraçados com os computadores e com a Internet, demonstrando uma notável “fluência tecnológica”, conceito apresentado por Papert (1997) e que caracteriza um tipo de conhecimento que os estudantes têm sobre tecnologia. Para o autor, a maneira de se obter fluência em tecnologia é semelhante ao modo de obter fluência numa língua estrangeira – depois de interiorizadas formas de literacia, a fluência obtém-se através da utilização, da experimentação.

Bruner (1966) partilha a convicção de que a descoberta pode assumir papel importante no processo de aprendizagem e que as estratégias de descoberta contribuem significativamente para o desenvolvimento da autoestima e do pensamento criativo.

Os factos e as relações que as crianças descobrem através das suas próprias explorações são mais passíveis de ser utilizadas e tendem a ser mais bem retidos do que os materiais que tenham sido meramente enviados para a memória. (...) A aprendizagem pela descoberta é mais conceptual e sucessivos estudos têm demonstrado que a aprendizagem conceptual tem consequências mais duráveis que as actividades não conceptuais. A retenção conceptual promove sentimentos mais fortes de auto-estima por parte do aluno. (Sprinthall e Sprinthall, 1993, p.242)

Através da incitação e de perguntas bem dirigidas, o aluno pode ser levado ao discernimento (*insight*), à (re)descoberta de certo conceito ou princípio, ultrapassando o valor da mera memorização.

Papert (1980) designou de *princípios matéticos* aquela relação entre noções novas e outras já detidas pelo aprendente; considerando que esses princípios constituem um elemento simplificador da aprendizagem, descreve-os identificando duas etapas: “First, relate what is new and to be learned to something you already know. Second, take what is new and

make it your own: Make something new with it, play with it, build with it” (Papert, 1980, p. 120).

O próprio autor alerta para a possibilidade de dificuldades neste processo, já que é muito comum o conhecimento novo contradizer o antigo: “Sometimes the conflicting pieces of knowledge can be reconciled, sometimes one or the other must be abandoned, and sometimes the two can both be ‘kept around’ if safely maintained in separate mental compartments” (*Ibidem*, p. 121).

No processo de aprendizagem serão mais bem-sucedidos os aprendentes que melhor conseguirem lidar com estas dificuldades, ajustando continuamente o conhecimento que devem abandonar, substituir ou conciliar com novo conhecimento.

Sousa e Fino (2001) esclarecem que a aprendizagem situada no contexto em que ocorre, junto com a socialização do conhecimento produzido no ambiente educacional, formam os pressupostos necessários à formação de novos significados. Assim, a aprendizagem resulta da obtenção de novos significados ancorados nas noções próprias do aprendente, negociadas e socialmente partilhadas. A este respeito, também se referem Papert e Harel (1991), enfatizando as construções individuais de cada aprendente.

A gradual adesão ao projeto SPAR leva a que os participantes tomem uma consciência mais ampla da sua própria cultura e tendam a sentir-se “(...) engajados em uma atividade significativa e socialmente importante, sobre a qual eles concretamente se sentem responsáveis” (Papert, 1993, p. 38), reforçando a anuência bem como a interação no grupo e, por conseguinte, o incentivo à socialização do conhecimento.

6.3.6. Categoria 6 - Emoções / sentimentos experienciados

Indicador	Unidade de contexto
Novas experiências	<p>Nunca tinha andado de avião e foi espetacular! É uma sensação ótima. Fomos daqui para o Porto, é outro mundo, é diferente daqui, é totalmente diferente daqui!</p> <p>O professor já foi?... À Universidade do Minho?...Enorme! (largo sorriso) (Duarte)</p> <p>Foi bom ver o que muitas outras escolas tinham por lá (na <i>Roboparty</i>) ... fascinante! (Énio)</p> <p>Canárias foi espetacular! (Nuno)</p> <p>Quem tocava nela e imprimia era só eu! Eu até ficava ciumento se alguém tocava na impressora! (risos) (David)</p>
Reconhecimento	<p>Nós ficámos muito contentes com a reação deles ao verem que o nosso ROV era controlado por telemóvel! (Nuno)</p> <p>O reconhecimento é muito importante; é muito gratificante ver as pessoas interessadas no que nós fizemos. (Nuno)</p>
Bem-estar / Felicidade	<p>Há no SPAR um sentimento de paixão genuína e de pura felicidade! Talvez por estarmos rodeados de amigos, colegas e professores que nos transmitem um bem-estar que proporciona um trabalho mais eficaz e que nos dá muita satisfação. (<i>Risonhos</i>)</p> <p>Quando consigo concluir algum trabalho, quando atinjo algum objetivo, ver alguma coisa a funcionar... aí é que sinto satisfação. É mais felicidade do que satisfação! (Eliano)</p> <p>Na SPAR é diferente, uma pessoa está, a bem dizer, como se fosse com amigos; como se estivéssemos no café, a conviver, só que em vez de estar na brincadeira, está-se a trabalhar. (Alexandre)</p>
Novos horizontes	<p>O limite era mesmo esse, não conseguia imaginar mais nada – empregado de mesa, fosse o que fosse! Porque eu também não estava a pensar entrar na Universidade, aquilo (SPAR) espicçou-me muito. Depois de ter estado no SPAR e depois de saber que a Universidade dá bolsas de estudo para que o estudante possa fazer aquilo de que gosta, eu fiquei louco!</p> <p>Cá na Madeira (...) o tempo passava e ninguém se chegou à frente para iniciar impressão 3D de forma profissional; ninguém acredita, então vou eu avançar, vou ser eu o primeiro a tentar fazer, e foi assim que surgiu a ideia de criar a empresa <i>Trilayers</i>. (David)</p>

Tabela 9 - Categoria 6: Emoções / sentimentos experienciados

A principal meta da educação é criar homens que sejam capazes de fazer coisas novas, não simplesmente repetir o que outras gerações já fizeram. Homens que sejam criadores, inventores, descobridores. A segunda meta da educação é formar mentes que estejam em condições de criticar, verificar e não aceitar tudo que a elas se propõe.

Jean Piaget

Muitas vezes ignoradas pela maioria dos adeptos do comportamentalismo, as experiências situadas no plano das emoções e dos sentimentos assumem extrema importância; as experiências humanas, nomeadamente a aprendizagem, envolvem não apenas o pensamento e a ação, mas também os sentimentos e as emoções. Ignorar este facto é agredir o ego do estudante, devido às poucas satisfações intrínsecas que oferece a aprendizagem mecânica e memorística das aulas tradicionais (Novak e Gowin, 1999).

O SPAR proporciona experiências que, segundo quem as vivencia, são muito diferentes das que vivenciam no contexto escolar. Nesta categoria incluem-se apenas as que não decorrem diretamente da atividade quotidiana e, por isso, não foram incluídas em categorias anteriores.

As novas experiências aqui referidas incluem momentos e circunstâncias muito particulares, como uma deslocação a Guimarães para participar no evento *Roboparty*. Pode parecer algo trivial para a maior parte das pessoas, mas para quatro rapazinhos originários de um meio socioeconómico muito desfavorecido e que pela primeira vez saem da Região, talvez seja algo de memorável.

Outro sentimento que emergiu nas entrevistas foi a questão da importância que alguns destes participantes atribuem ao reconhecimento do seu trabalho por parte da comunidade escolar. Este reconhecimento reveste-se de um duplo significado: por um lado, os participantes manifestam satisfação ao verem reconhecido o seu trabalho; por outro lado, desejam ver reconhecidas as realizações do projeto SPAR, enquanto clube escolar de natureza tecnológica.

Quanto às manifestações de bem-estar e de felicidade, elas são patentes nas expressões faciais, nas atitudes, na disponibilidade e na afabilidade que se observam na maioria dos participantes quando em plena atividade. Também verbalmente alguns demonstram esse modo de estar, como se depreende de expressões constantes na tabela anterior: bem-estar, satisfação, felicidade, paixão.

A escola como estrutura complexa que, em princípio, visa a educação de todos os seus membros e, em especial, os futuros cidadãos, deverá, segundo o princípio da entidade reguladora das paixões de Durkheim, definir regras de ação que privilegiem não só a regulação de ações como também a satisfação das necessidades apaixonadas dos jovens, procurando, sempre que possível, o equilíbrio de coexistência destas duas posições:

(...) é necessário que as paixões sejam limitadas. Só então poderão estar em harmonia com as possibilidades e, por consequência, poderão ser satisfeitas. Mas dado que não há nada no indivíduo que lhe possa fixar um limite, para que este exista deve vir necessariamente de alguma força exterior ao indivíduo. (...). Define-se deste modo um objectivo e um limite para as paixões. É claro que esta determinação não é nem rígida nem absoluta. (Durkheim, 1996, pp. 241-243)

Será conveniente que a escola procure encontrar uma base de ação regrada, mas tolerante tendo em vista as características da adolescência.

O indicador que se designou de novos horizontes fica a dever-se a um participante em particular, o David. Foi a possibilidade de ter conseguido acompanhá-lo desde o início da investigação até ao momento em que se dá por concluída a redação da tese, que me levou a verter neste texto um resumo da sua extraordinária história e da reviravolta na sua vida, como consequência da sua passagem pelo SPAR.

6.3.7. Categoria 7 - Socialização do conhecimento

Indicador	Unidade de contexto
Demonstrações no exterior	<p>No SPAR tivemos que fazer apresentações para outras escolas... com a necessidade tive que melhorar a capacidade de comunicar com as pessoas... teve que ser!</p> <p>Até o professor Jorge me disse que gostava de me ver a apresentar os projetos! (Nuno)</p> <p>Gosto de mostrar os nossos projetos e como vale meterem-se em alguma coisa assim como no SPAR... se tiverem alguma ideia, aqui podem desenvolvê-la; no SPAR, se tivermos uma ideia, conseguimos, demora, mas conseguimos! (Énio)</p>
Receção de convidados	<p>O grupo do projeto <i>Hands-On Science</i>, que estava a fazer formação na Universidade, veio visitar o SPAR (...) manteve a calma e consegui explicar todo o funcionamento da impressora sempre em inglês. (Tiago)</p> <p>Visitas inesperadas:</p> <p>O professor Jorge já tinha ido para casa (...) quando batem à porta e era o Dr. Pires⁶⁶ mais dois senhores muito bem arranjados... «este é clube de robótica, é aqui que os alunos fazem muitos projetos com robôs...» (...) e nós mostrámos a maior parte dos robôs.</p> <p>Depois, eles foram embora, nós fomos para a aula e a professora disse «vim agora de uma conferência com o Dr. Pires e o Secretário da Educação» e nós: Secretário da Educação? Ele é careca e está com uma gravata vermelha? Boa, ele foi lá à robótica e nós não sabíamos quem era! (Nuno)</p>
Representação em eventos nacionais e internacionais	<p>Foi ótimo interagir com os outros alunos lá de Canárias. (Nuno)</p> <p>Às vezes temos oportunidade de ir a outros locais para participar em concursos, eu fui a Guimarães; (...) Os outros participantes ajudam e eu também ajudei alguns que estavam lá no meu grupo. (...) Não havia disputas, era tudo amigo – não nos conhecíamos, mas éramos como que todos amigos uns dos outros, uma comunidade! (Énio)</p> <p>Três participações consecutivas no evento Ciência no Mercado (2016-2018). (Observado)</p> <p>Duas participações no evento Encontro EDUROVs, em Las Palmas (2016 e 2019). (Observado)</p>

Tabela 10 - Categoria 7: Socialização do conhecimento

⁶⁶ Presidente do Conselho Executivo.

*A educação é um processo social, é desenvolvimento.
Não é a preparação para a vida, é a própria vida.*

John Dewey

Uma vez colocada já a discussão da construção social do conhecimento, entre todos os participantes em sentido lato, em categoria anteriormente estudada, a socialização do conhecimento que encerra esta lista trata das interações dos membros do projeto SPAR com estudantes e com professores, aquando de demonstrações quer na Escola Francisco Franco, quer em outras escolas da Região, quer ainda em outros contextos mais amplos.

Graças à notoriedade dos seus projetos, o SPAR tem sido convidado para participar em eventos de divulgação científica quer na Região, quer em Canárias; também nestes casos os participantes assumem a representação em tais eventos, atribuindo-lhes um significado relevante.

Nas deslocações a eventos nacionais, como a *Roboparty*, é comum os participantes partilharem conhecimentos e experiências com participantes de outros clubes de robótica.

Acontece com alguma frequência os participantes assumirem papel de relevo na receção de convidados nacionais e estrangeiros que realizam visitas ao SPAR, testando a um outro nível as suas capacidades comunicacionais, ao terem de partilhar conhecimento numa outra língua, geralmente o Inglês.

Dada a evidente autonomia de que goza a grande maioria dos participantes, é frequente permanecerem nas instalações do SPAR para desenvolverem os seus projetos durante períodos em que nenhum dos coordenadores se encontra disponível para estar na sala ou até na escola. Acontece que alguns dos participantes veteranos são totalmente competentes para guiarem uma visita não anunciada, como aquela que se resume na bem-humorada unidade de contexto apresentada na tabela que fecha esta secção.

Parece adequada a ótica de Papert (1991) ao observar que, nos casos em que se verifica um empenho na construção de algo concreto e partilhável, o conhecimento tende a ser construído pelos próprios aprendentes a partir de um ciclo de tornar externo o que está dentro e interiorizar o que está fora.

6.4. Considerações finais e recomendações

Mas nem sempre se deve esgotar um assunto ao ponto de se deixar o leitor sem nada que fazer. Não se trata de levar as pessoas a ler, mas sim a pensar.

Montesquieu.

O trabalho de investigação que “perigosamente” se aproxima do seu término foi um trabalho apaixonante, porém atravessado por longos períodos de enfado e desânimo, quando não de sentimentos de angustiante incompetência.

O *locus* da investigação é, na visão da maioria dos participantes, um autêntico paraíso; para um investigador, pode ser uma antecâmara do inferno. Durante dias, semanas ou meses, nada do que quer observar parece acontecer e, num determinado momento, verifica que tudo já aconteceu, quando tinha que acontecer e quase sempre longe da vista do investigador. Quando gostaria de interagir com os participantes e captar conversas, o investigador aprende a respeitar o silêncio, aprende a cultura do grupo, e fica calado, como os demais, “mosca en la pared” (Woods, 1993a, p. 52). Perfeito para o trabalho dos participantes do SPAR, fatal para o diário de campo do observador participante!

Creio que qualquer investigador conhece de cor o que sublinha o autor no que respeita aos principais requisitos da observação: “un ojo avizor, un oído fino y una buena memoria”. (*Ibidem*, p. 56). Por vezes é saudável rirmo-nos de nós próprios e foi isto precisamente o que aconteceu num belo dia, quando relembrava estes requisitos e os contrastava com a minha atual situação: no que respeita a olhos, basta referir as duas intervenções cirúrgicas recentes para ficarmos conversados; quanto ao ouvido (o menos mal, apesar de tudo), pouco para ouvir, já que, regra geral, estes rapazinhos não conversam enquanto trabalham; no que concerne a “buena memoria”... com o desvio na conversa, já me esqueci do que ia dizer!

Se há duas palavras que podem definir de forma extrema a cultura do SPAR, elas bem podem ser *trabalho* e *respeito*; tudo o mais parece vir por acréscimo. Daí, a crescente dificuldade em obter dados pelas formas mais convencionais da observação participante: a estratégia e o desenho do estudo tiveram que se adaptar – prolongar o período de permanência no terreno, recorrer sistematicamente a fontes diversas de dados e adotar como instrumento de trabalho a triangulação sistemática, através da informação

privilegiada detida pelo coordenador do projeto. Tenho a certeza de que não alcançaria a desejada robustez dos dados se não tivesse acompanhado diferentes participantes ao longo do seu percurso de três anos no projeto SPAR, dando, assim, espaço à relativa confiança oferecida pela “substância do tempo” num estudo que acabou por assumir um carácter longitudinal.

Num trabalho desta natureza, cujo objetivo é descrever e interpretar a cultura emergente de um determinado ambiente de aprendizagem, as “conclusões” emergiram ao longo de todo o capítulo, pelo que não teria qualquer valor estar novamente a elencar o que já se sistematizou na secção anterior. Contudo, permito-me referir alguns aspetos que talvez não tenha sabido abranger devidamente no trabalho de categorização.

De uma forma geral, as atividades desenvolvidas no SPAR tendem a tecer ligações mais explícitas entre aprender no trabalho, na comunidade e na sala de aula, tal como foi preconizado por Young (1998). Por outro lado, o envolvimento dos participantes encontra eco nas preocupações manifestadas por Azevedo (1999): “Um dos aspetos em que as sucessivas reformas curriculares têm falhado é o da criação de áreas de livre escolha e de iniciativa autónoma dos jovens. Refiro-me ao ensino secundário e ao caso de Portugal.” (p. 147).

Uma escola verdadeira *casa da educação*, que se dedique ao saber *fazer-ser*, terá que dar aos alunos amplos espaços de participação e neles fomentar o gosto pela interrogação, pela pesquisa autónoma e pela criatividade (Rodrigues, L. 2009).

Uma das observações ocasionais que referi na *Introdução* tinha a ver com a mudança que eu observei em alguns membros do SPAR quanto à forma de relacionamento com colegas e professores; ao longo do tempo em que decorreu este estudo, mantive-me atento a tais manifestações e pude comprovar aquelas primeiras impressões. De facto, os membros do SPAR, gradualmente, tendiam a mostrar-se mais gentis no trato, afastando-se de uma certa boçalidade reinante entre a maioria dos alunos dos Cursos Profissionais. Nas aulas, estes alunos mostravam-se progressivamente mais cooperantes e utilizavam uma linguagem mais cortês do que os restantes. Nos corredores e no átrio em frente às oficinas e laboratório de eletricidade e eletrónica, a sua “arena”, os participantes do SPAR destacavam-se dos restantes colegas pela gradual adequação das atitudes e da linguagem.

Uma questão que aparece quer implícita, quer explicitamente no discurso dos participantes, tanto nos aprendentes como no coordenador do projeto, é o conflito entre aprender para saber e aprender para mostrar conhecimentos para avaliação: há um consenso quanto a esta questão que mostra bem quanto a ausência da “prática parasita” da avaliação classificativa é fator de motivação para a aprendizagem e para o estabelecimento de um contexto psicológico favorável às relações humanas no projeto SPAR.

Lave e Wenger (2009) têm uma posição muito clara a este respeito:

Testing in schools and trade schools is perhaps the most pervasive and salient example of a way of establishing the exchange value of knowledge. Test taking then becomes a new parasitic practice, the goal of which is to increase the exchange value of learning independently of its use value. (Lave e Wenger, 2009, p.112)

Em diferentes momentos, o presente texto foi apontando para a necessidade urgente de integrar práticas pedagógicas inovadoras no cotidiano escolar. Destacamos, em particular, a importância que os computadores, enquanto instrumentos amplificadores da inteligência humana, podem assumir na criação de contextos de aprendizagem inovadores. No caso do SPAR, um ambiente não formal de aprendizagem, a tecnologia potenciadora da inovação incluiu computadores, *tablets*, *smartphones*, impressoras 3D, drones, ROV e um apreciável número de outros sistemas tecnológicos que os participantes utilizam fluentemente no desenvolvimento de projetos tecnológicos inovadores.

Este é um nicho de inovação apoiado em práticas incomuns, só possível por estar livre de muitas das amarras a que o currículo e a memória condenam professores e estudantes na escola convencional. Este espaço não tem um currículo definido *a priori*; contudo, este professor (o coordenador) não tem qualquer dificuldade em ser “muitas mais vezes periferia do que centro” (Fino, 2016b, p. 255) e, dessa forma, apoiar o currículo que cada um dos membros do projeto vai construindo para si próprio.

Outra ideia central que agora recuperamos é o “direito ao erro”, amplamente discutida neste estudo e referida por Fino (2017) como uma das ideias de Dewey mais “fortemente enraizadas no construcionismo” (p. 22).

A tecnologia é um elemento importante na cultura do projeto SPAR, com forte impacto na criação de um contexto de aprendizagem construcionista, como se depreende de tudo

o que foi discutido até agora, mas não é o elemento mais decisivo. Ao encontrar afinidades essenciais no pensamento de Dewey e de Papert, Fino resume muito do que se observou no ambiente objeto desta investigação:

O construcionismo não é tecnocêntrico. Se tivéssemos de lhe identificar uma centralidade, ela não seria certamente a tecnologia, que não passa de uma ferramenta para o pensamento, mas a ação, a construção e a matemática. Parafraseando Dewey, a centralidade do construcionismo seria explorar, manipular ferramentas e materiais, construir, expressar emoções alegres. (Fino, 2017, p. 24).

Os beneficiários desta experiência, a passagem pelo projeto SPAR, levam consigo um ativo com inestimável valor para o futuro próximo. Perante os desafios enunciados, não basta inovar na educação; é igualmente necessário formar as novas gerações para um mundo onde a criatividade e a inovação se afirmam como elementos diferenciadores decisivos na obtenção do sucesso no mercado de trabalho.

Num mundo onde as tecnologias desempenham um papel cada vez mais marcante, é, de facto, surpreendente que os sistemas de ensino insistam em inculcar nas crianças os paradigmas de ciência sem cuidarem de, ao mesmo tempo, as sensibilizar, pela prática, para as diferenças entre ciência e engenharia, sobretudo tendo em conta que os dois paradigmas, apesar de complementares, são, também, quase diametralmente opostos. Como explicava Teodore Von Kármán, quando lhe perguntaram a diferença entre ciência e engenharia: “a ciência explica o que existe; a engenharia cria o que nunca existiu”. Ora, sendo essencial que os jovens aprendam a “explicar o que existe”, é também essencial que saibam “criar o que nunca existiu”. Em boa verdade, nada poderia caracterizar melhor a essência da criatividade e da inovação! (Figueiredo, 2011, pp. 19-20)

No ponto dois da Introdução, referi que o SPAR se tinha afirmado como um polo de investigação e desenvolvimento, excedendo muito o que é expectável num clube escolar. Chegados a este ponto, podemos sublinhar a validação externa desta afirmação com duas evidências:

1. Evento *EDUROVs 2016* – Robótica Submarina Educativa – realizada em Las Palmas:

Contou com a participação de vinte e três escolas secundárias das Canárias e uma escola da Madeira, a ESFF, através do SPAR, que se distinguiu por ter apresentado um projeto inovador de comunicação submarina sem fios. Três anos volvidos, no encontro de 2019, o SPAR participa novamente, desta vez com três ROV, e continua a ser a única presença nacional no evento.

2. A Associação Regional para o Desenvolvimento da Investigação, Tecnologia e Inovação (ARDITI) é a entidade dinamizadora do maior evento da *Semana da Ciência e da Tecnologia* na Região, o encontro *Ciência no Mercado*. Este evento decorre na Praça do Peixe do Mercado dos Lavradores, no Funchal, numa determinada noite de novembro, desde 2015, e pretende ser uma mostra da Ciência e Tecnologia que se faz na Região Autónoma da Madeira, aberta ao público em geral, para que todos possam ver, interagir e participar. O SPAR foi convidado a participar na sua segunda edição, em novembro de 2016, e, desde então, tem sido repetidamente convidado a participar no evento.

Se atendermos às listas de participantes das últimas três edições do *Ciência no Mercado* (Anexos 13, 14 e 15), verificamos que participaram diferentes departamentos técnicos e científicos ligados ao Governo Regional ou ao Município do Funchal, outras entidades cuja natureza é a investigação e divulgação científica (quer amadoras, quer empresariais), diferentes departamentos e laboratórios da Universidade da Madeira e uma Escola Secundária – a escola de onde provém o SPAR. A presença reiterada do SPAR neste evento, confirmando a notoriedade que o projeto tem granjeado junto de algumas das entidades mais atentas a projetos inovadores e relevantes no panorama regional, é prova suficiente do que se desejava sublinhar – o SPAR é reconhecido por uma boa parte da comunidade científica como um polo de investigação e desenvolvimento com algum prestígio e confiabilidade.

É comum terminar-se uma tese recomendando outros estudos. Ao ritmo a que a inovação ocorre dentro do SPAR, por via do irrequieto espírito do seu mentor, à data a que este estudo vir a luz do dia talvez já se justifique começar a estudar o que há de novo naquele projeto. Eu bem senti o que representa aquela força criativa e inovadora do professor Jorge. Quando iniciei este estudo, existiam no SPAR duas grandes áreas de desenvolvimento: a condução autónoma e a busca e salvamento. Ambas se apoiavam em robôs do mesmo tipo – veículos programáveis, dotados de um conjunto de sensores. Coincidindo com o início da investigação, o estudante David entrou para o projeto com a motivação para construir uma impressora 3D, abrindo a terceira área de desenvolvimento e, um ano depois, dando origem a um novo paradigma no SPAR – a fabricação digital e limpa de (quase) tudo.

Em poucos meses, aparecem os robôs *Lego Mindstorms* com um considerável número de projetos a surgir logo de imediato, o robô omnidirecional, os mais diversos projetos pessoais de Provas de Aptidão Profissional dos alunos dos CP, os ROV, uma nova impressora 3D ampliando as capacidades da anterior, a máquina de carregamento de cartões dos alunos, a mesa interativa, as competições *Factory*, *Madeira Safary*, *Soccer*, novos ROV, e um sem número de outros projetos que só alguém com aptidões muito especiais como o coordenador consegue acompanhar. Este modesto investigador teve que suar muito para conseguir entender talvez nem metade desses projetos, o que me sugere um interessante tema para uma futura investigação: a liderança deste professor e o papel que tem no acompanhamento dos membros deste clube escolar.

Algo que mudou substancialmente no SPAR foram as instalações e a configuração do espaço. A ampliação foi uma tendência sobre a qual já me referi anteriormente. A última ampliação coincidiu com o meu parcial afastamento do terreno, para a redação da tese, e foi acompanhada por uma alteração radical na natureza da configuração da sala: a tendência sempre fora a especialização de espaços técnicos; agora, acrescentou-se o espaço individual, ou posto de trabalho: uma grande mesa com um conjunto de equipamentos que permite ao utilizador permanecer longos períodos no “seu espaço”. Segundo o coordenador, a ideia é evoluir para os *workspaces*, um conceito que se afigura muito técnico e que talvez altere substancialmente a forma de trabalhar no SPAR... talvez seja um outro tema interessante estudar as implicações das condições físicas do local para a criação do contexto de aprendizagem do SPAR.

Antes de concluir, gostava de fazer uma breve reflexão sobre um objetivo não explícito da investigação, um ganho colateral da maior importância, sem margem para dúvida, e que só compreenderei na sua plenitude depois de passada a espuma destes atarefados dias – as melhorias qualitativas que espero alcançar em alguma dimensão da minha própria profissionalidade docente, ou seja, de “professor enquanto profissional, também como investigador” (Fino, 2008a, p. 47).

De certa forma, no percurso percorrido para alcançar o conhecimento, quem conhece consegue apropriar-se do objeto que conheceu. Neste processo, os órgãos dos sentidos captam representações dos objetos concretos que já contêm a essência geral, o modelo do objeto que o intelecto extrai. Segundo Popper (1998), não temos conhecimento que vá além da experiência; contudo, em momento algum, estamos autorizados a considerar

completa a experiência. Assim, o conhecimento, mesmo no seu grau mais elevado, nada mais nos proporciona do que um segmento do mundo existente; toda a realidade é, em si mesma, parte de uma realidade mais ampla.

É assim que encaro os achados desta investigação – nada mais do que uma porção de uma realidade complexa, a porção de que me foi concedido o privilégio de investigar, tentar compreender e descrever. Entendendo ciência enquanto processo contínuo de construção, esta porção de conhecimento será não mais do que um bloco construtivo ao dispor da comunidade científica, espero que suficientemente robusto para algum dia poder vir a ser utilizado na obtenção de mais e melhor conhecimento, recompensa mais do que justa para este aprendiz de investigador que embarcou nesta longa travessia sem certeza alguma que não a da incerteza da “viagem”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackermann, E. (1995). Construction and transference of meaning through form. In L.P. Steffe, & J. Gale (Eds.), *Constructivism in Education* (pp. 341-354). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Adler, P. A., & Adler, P. (1987). *Membership roles in field research*. Thousand Oaks: Sage Publications, Inc.
- Aguilar, L. (2008). *Fundamentos da programação – Algoritmos, estruturas de dados e objetos*. São Paulo: Mc-Graw Hill.
- Aires, L. (2011). *Paradigma qualitativo e práticas de investigação educacional*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Albarello, L. Digneff, F., Hiernaux, J., Maroy, D. Ruqoy, C., & Saint-Georges, P. (1997). *Práticas e métodos de investigação em ciências sociais*. Lisboa: Gradiva.
- Alimisis, D. (2009). *Teacher education on robotics-enhanced constructivist pedagogical methods*. Athens: School of Pedagogical and Technological Education (ASPETE).
- Almeida, J. F., & Pinto, J. M. (1976). *A investigação nas ciências sociais*. Lisboa: Editorial Presença.
- Azevedo, J. (1992). *Expectativas escolares e profissionais dos jovens do 9.º ano*. Porto: ASA.
- Azevedo, J. (1999). *Voos de borboleta: Escola, trabalho e profissão*. Porto: Edições ASA.
- Balancho, M. J., & Coelho, F. M. (1996). *Motivar os alunos: Criatividade na relação pedagógica – conceitos e práticas*. Porto: Texto Editora.
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Benitti, F. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Elsevier - Computers & Education*, 58 (3), 978-988. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/p/66814/>.

- Bensabat, I., Goldstein, D. K., & Mead, M. (1987). *The case research strategy in studies of information systems*. *MIS Quarterly*, 11(3), 369-386.
- Blaxter, L., Hughes, C., & Tight, M. (2006). *How to research*. Berkshire: Open University Press / McGraw-Hill Education.
- Blikstein, P., Worsley, M., Piech, C., Sahami, M., Cooper, S., & Koller, D. (2014). Programming pluralism: Using learning analytics to detect patterns in the learning of computer programming. *Journal of the Learning Sciences*, 23 (4), 561-599. DOI:10.1080/10508406.
- Bloomberg, L. D., & Volpe, M. (2008). *Completing your qualitative dissertation: A roadmap from beginning to end*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- Bolivar, A. (2003). *Como melhorar as escolas. Estratégias e dinâmicas de melhoria das práticas educativas*. Porto: Edições Asa.
- Boshernitsan, M., & Downes, M. (2004). Visual programming languages: A survey. Report No. UCB/CSD-04-1368. Recuperado de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.73.2491&rep=rep1&type=pdf>.
- Boudon, R. (1990). *Os métodos em Sociologia*. Lisboa: Edições Rolim.
- Boudon, R., & Bourricaud, F. (1994). *Dictionnaire critique de la sociologie* (4ème ed.). Paris: Presses Universitaires de France.
- Boudon, R., & Lazarsfeld, P. (1965). *Le vocabulaire des sciences sociales*. Paris: Mouton.
- Boumard, P. (1999). O lugar da etnografia nas epistemologias construtivistas. *Psi*. 1 (2). Universidade Estadual de Londrina.

- Brazão, P. (2008). *Weblogs, Aprendizagem e cultura da escola: Um estudo etnográfico numa sala do 1º ciclo do Ensino Básico*. (Tese de Doutoramento) Universidade da Madeira, Funchal.
- Brazão, P. (2012). Cultura, tecnologia e currículo: Relações e tensões em tempo de crise. In A. V. Bento (Org.). *A escola em tempo de crise: oportunidades e constrangimentos* (pp. 275-284). Funchal: CIE-UMa. (ISBN: 978-989-97490-2-3).
- Brito, R., Vanzin, T., & Ulbricht, V. (2009). Reflexões sobre o conceito de criatividade: sua relação com a biologia do conhecer. *Ciências & Cognição*, 14 (3).
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Cambridge, MA, USA: Harvard University Press.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação
- Campbell, T., Williams, C., Ivanova, O., & Garrett, B. (2011). *Could 3D printing change the world?* Washington, DC: Atlantic Council of the U. S. Recuperado de <https://www.atlanticcouncil.org/publications/reports/could-3d-printing-change-the-world>.
- Carbajal, M. L., & Baranauskas M. C. C. (2015). *TaPrEC: Desenvolvendo um ambiente de programação tangível de baixo custo para crianças*. Recuperado de <http://www.tise.cl/volumen11/TISE2015/363-370.pdf>
- Cardoso, A. P. (1992). As atitudes dos professores e a inovação pedagógica. *Revista Portuguesa de Pedagogia, Ano XXV, 1* (85-99).
- Carreira, S. M. (2014). Literacia científica e trabalho prático – Um estudo para a inovação pedagógica em contexto escolar (Tese de Doutoramento). Funchal: Universidade da Madeira.
- Caruso, J., & Salaway, G. (2008). *The ECAR study of undergraduate students and information technology*. Educause center for applied research. Recuperado de <http://net.educause.edu/ir/library/pdf/ers0808/rs/ers0808w.pdf>.

- Carvalho, J. (2007). *Comunidades virtuais de aprendizagem em busca de uma definição*. S. Paulo: Universidade de São Paulo/Faculdade de Educação - Seminário de estudos em epistemologia e didáctica. Recuperado de <http://www.nilsonjosemachado.net/20071123.pdf>.
- Chiavenato, I. (2004). *Introdução à teoria geral da administração*. Rio de Janeiro, Brasil: Elsevier.
- Clark, A. (2005). *Ways of seeing: using the Mosaic approach to listen to young children's perspectives*. Bristol: Policy Press. Recuperado de <http://oro.open.ac.uk/17079/>.
- Cohen, L., & Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid, Espanha: Editorial La Muralla, S.A.
- Correia, F. L. S. (2011), *Internet – sala de estudo virtual* (Tese de Doutoramento). Funchal: Universidade da Madeira.
- Costa, A. F. (2005). A pesquisa de terreno em sociologia. In. A. S. Silva, & J. M. Pinto. (Orgs.). *Metodologia das ciências sociais* (pp. 129-148). Porto: Edições Afrontamento.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Christ, R. D., & Wernli, R. L. (2014). *The ROV manual - A user guide for remotely operated vehicles*. Oxford, UK: Elsevier.
- Davis, S., & Botkin, J. (1995). *The monster under the bed*. New York: Touchstone.
- Denzin, N., & Lincoln, Y. (Eds.). *The SAGE handbook of qualitative research*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Deshaies, B. (1997). *Metodologia da Investigação em Ciências Humanas*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Dias, P. (2007). Mediação colaborativa das aprendizagens nas comunidades virtuais e de prática. In F. Costa, H. Peralta, & S. Viseu. (Orgs.). *As TIC na educação em Portugal - Conceções e práticas* (pp. 31-36). Porto: Porto Editora.

- Diesel, D., & Matos, J. F. (2019). *Espaços educativos inovadores e o olhar dos professores para a ação docente*. Revista Educação e Cultura Contemporânea, 16 (43), 375-395. PPGE/UNESA, Rio de Janeiro. Recuperado de <http://periodicos.estacio.br/index.php/reeduc/article/view/5760/47965741>.
- Dillenbourg, P., Baker, M., Blaye, A., & O'Malley, C. (1996). The evolution of research on collaborative learning. In E. Spada, & P. Reiman. (Eds) *Learning in humans and machine: Towards an interdisciplinary learning science*. Oxford: Elsevier. Recuperado de <http://tecfa.unige.ch/tecfa/publicat/>.
- Durkheim, E. (1996). *O suicídio*. Lisboa: Editorial Presença.
- Eco, U. (1988). *Como se faz uma tese em ciências humanas*. Lisboa: Editorial Presença.
- Erickson, F. (1989). Métodos cualitativos de investigación sobre la enseñanza. In M. Wittrock (Ed.), *La investigación de la enseñanza, II: Métodos cualitativos y de observación*. Barcelona: Paidós.
- Estrela, A. (1994). *Teoria e prática de observação de classes - Uma estratégia para a formação de professores*. Porto: Porto Editora.
- Feldman, M. S. (1995). *Strategies for interpreting qualitative data*. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Fenouillet, F., & Lieury, A. (1997). *Motivação e sucesso escolar*. Lisboa: Editorial Presença.
- Fernandes, D. (1991). *Notas sobre os paradigmas da investigação em educação*. Noesis, 18, 64-66.
- Fernandes, E. (1990). *Psicologia da adolescência e da relação educativa*. Porto: Edições ASA.
- Figueiredo, A. D. (2011). Inovar em educação, educar para a inovação. In D. Fernandes (Org.), *Avaliação em educação: Olhares sobre uma prática social incontornável* (pp. 13-28). Pinhais, Brasil: Editora Melo. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/263161774_Inovar_em_Educacao_Educar_para_a_Inovacao.

- Figueiredo, A. D. (2016). A pedagogia dos contextos de aprendizagem. *Revista eCurriculum*, 14 (3), 809-836. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/viewFile/28989/20738>.
- Figueiredo, A. D. (2017). Que competências para as novas gerações? In A. T. Matos, G. d'O Martins, ..., P. Hanenberg, *O Futuro ao nosso alcance. Homenagem a Roberto Carneiro* (pp. 325-333). Lisboa: Universidade Católica Portuguesa. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/330400277_Que_competencias_para_as_novas_geracoes.
- Figueiredo, A. D., & Afonso, A. P. (2006). Context and learning: A philosophical framework. In A. D. Figueiredo, & A. P. Afonso (Orgs.). *Managing learning in virtual settings: The role of context*. Hershey, PA: Idea Group Publishing, PLC. DOI:10.4018/978-1-59140-488-0.ch001.
- Fino, C. N. (2000). *Novas tecnologias, cognição e cultura: Um estudo no primeiro ciclo do Ensino Básico* (Tese de Doutoramento). Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Recuperado de http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/Tese_Carlos_Nogueira_Fino.pdf.
- Fino, C. N. (2001). Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de Educação*, 14 (2), 273-291.
- Fino, C. N. (2002). Escolarização, armazéns e violência. In A. Estrela, & J. Ferreira (Eds.), *Violência e indisciplina na escola*, Actas do XI Colóquio Internacional da AFIRSE/APELF, (pp. 367-374). Lisboa: Universidade de Lisboa. Recuperado de <http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/12.pdf>.
- Fino, C. N. (2003a). FAQs, etnografia e observação participante. *SEE – Revista Europeia de Etnografia da Educação*, 3, 95-105.
- Fino, C. N. (2003b). Avaliar software "educativo". In *Actas da III Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*, (pp. 689 – 694). Braga: Universidade do Minho.
- Fino, C. N. (2007a). O futuro da escola do passado. In J. M. Sousa, & C. N. Fino (Orgs.). *A escola sob suspeita*. Porto: ASA.

- Fino, C. N. (2007b). Inovação pedagógica: Significado e campo (de investigação). In *Actas do III colóquio DCE-UMa*. Funchal: Universidade da Madeira.
- Fino, C. N. (2008a). A etnografia enquanto método: um modo de entender as culturas (escolares) locais. In C. Escallier, & N. Veríssimo (Orgs.), *Educação e cultura* (pp. 43-53). Funchal: DCE – Universidade da Madeira.
- Fino, C. N. (2008b). Inovação pedagógica: Significado e campo (de investigação). In A. Mendonça, & A. V. Bento (Orgs.). *Educação em tempo de mudança* (pp. 277-287). Funchal: Grafimadeira.
- Fino, C. N. (2009). Inovação e invariante (cultural). In L. Rodrigues, & P. Brazão (Orgs.). *Políticas educativas: Discursos e práticas* (pp. 192-209). Funchal: Grafimadeira.
- Fino, C. N. (2010). Investigação e inovação (em educação). In C. N. Fino, & J. M. Sousa (Orgs.). *Pesquisar para mudar (a educação)* (pp. 29-48). Funchal: Universidade da Madeira.
- Fino, C. N. (2011a). Demolir os muros da fábrica de ensinar. *Humanae*, 1 (4), 45-54.
- Fino, C. N. (2011b). Inovação pedagógica, etnografia, distanciação. In C. N. Fino (Org.). *Etnografia da educação* (pp. 99-118). Funchal: Universidade da Madeira - CIE-UMa.
- Fino, C. N. (2016a). Inovação pedagógica e ortodoxia curricular. *Revista Tempos e Espaços em Educação, São Cristóvão, Sergipe, Brasil*, 9 (18), 13-22. Recuperado de <https://digituma.uma.pt/handle/10400.13/1335>.
- Fino, C. N. (2016b). Matética e inovação pedagógica: o centro e a periferia, In F. Gouveia & M. G. Pereira (Orgs.). *Didática e Matética* (pp. 251-257). Funchal: Universidade da Madeira - CIE-UMa. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10400.13/2093>.
- Fino, C. N. (2017). Dewey, Papert, Construcionismo e Currículo. In J. M. Sousa, & C. N. Fino (Orgs.). *(Contra) Tempos de Educação e Democracia, Evocando John Dewey* (pp. 21-30). Funchal: Universidade da Madeira - CIE-UMa. Recuperado de <https://digituma.uma.pt/handle/10400.13/1961>.

- Fino, C. N., & Sousa, J. M. (2003). Alterar o currículo: mudar a identidade. *Revista de Estudos Curriculares, 1* (2), 233-250.
- Fino, C. N., & Sousa, J. M. (2005). As TIC redesenhando as fronteiras do currículo. *Revista Educação & Cultura Contemporânea, 3* (2), 53-66.
- Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. B. Resnick (Ed.), *The nature of intelligence* (pp. 231-235). Hillsdale, N.Y.: Lawrence Erlbaum Associates. Recuperado de <https://www.questia.com/read/97826070/the-nature-of-intelligence>.
- Flick, U. (1998). *An introduction to qualitative research*. London: Sage Publications, Ltd.
- Formosinho, J., & Machado, J. (2007). Modernidade, burocracia e pedagogia. In J. M. Sousa, & C. N. Fino (Orgs.) *A Escola sob suspeita*. Porto: Edições ASA.
- Forquin, J.-C. (1993). *Escola e Cultura: As bases epistemológicas do conhecimento escolar*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Fumat, Y. (1997). Contraintes, confits, violence à l'école. *Revue Française de Pédagogie, 118*, 61-70. doi : <https://doi.org/10.3406/rfp.1997.1176>.
- Gamboa, S. (1995). *Pesquisa educacional: Quantidade-qualidade*. São Paulo: Cortez Editora.
- Garnier, C., Bednarz, N., & Ulanovskaya, I. (1994). *Après Vygotski et Piaget: Perspectives sociale et constructiviste. Ecoles russe et occidentale*. Bruxelles: De Boeck-Wesmael S.A.
- Gershenfeld, N., Gershenfeld, A., & Cutcher-Gershenfeld, J. (2017). *Designing reality: How to survive and thrive in the third digital revolution*. New York, NY, USA: Basic Books.
- Ghiggi, G., & Pitano, S. (2009). *Origens e concepções de autoridade e educação para a liberdade em Paulo Freire: (re)visitando intencionalidades educativas*. São Luís/MA: EDUFMA (Universidade Federal do Maranhão). *e-book* disponível para *download* nos portais do MEC, www.dominiopublico.gov.br, e do Google.

- Gibson, I., Rosen, D., & Stucker, B. (2010). *Additive manufacturing technologies: Rapid prototyping to direct digital manufacturing*. Atlanta, USA: Springer-Verlag.
- Giddens, A. (2005). *Mundo na era da globalização*. Barcarena: Editorial Presença.
- Glaserfeld, E. (1995). A constructivist approach to teaching. In L. P. Steffe, & J. Gale (Eds.), *Constructivism in education* (pp. 3-15). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Goetz, J. P., & LeCompte, M. D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Ediciones Marata.
- Gomes, A., Henriques, J., & Mendes, A. (2008). *Uma proposta para ajudar alunos com dificuldades na aprendizagem inicial de programação de computadores*. *Educação, Formação e Tecnologia*, 1, 93-103.
- Good, A. (2017). *Drone race: Human versus artificial intelligence*. Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California. Recuperado de <https://www.jpl.nasa.gov/news/news.php?feature=7009>
- Graue, M., & Walsh, D. (2003). *Investigação etnográfica com crianças: teorias, métodos e ética*. Lisboa: Gulbenkian.
- Greenfield, P. (1988). *O desenvolvimento do raciocínio na era da electrónica*. S. Paulo: Summus. <http://books.google.pt> (consultado em 24/Nov/2018).
- Groover, M. P. (2018). *Automation, production, systems, and computer-integrated manufacturing*. US, New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Guerra, I. (2006). *Pesquisa qualitativa e análise de conteúdo: sentidos e formas de uso*. Estoril: Editora Príncípia.
- Hammersley, M., & Atkinson, P. (1983). *Ethnography - principles in practice*. London: Biddles.
- Hargreaves, A. (1998). *Os professores em tempos de mudança – O trabalho e a cultura dos professores na idade pós-moderna*. Lisboa: McGraw-Hill.

- Howe, M., & Eisenhart, M. (1990). *Standards for qualitative (and quantitative) research: a prolegomenon*. Educational Researcher, May 1990, 2-9.
- Jacobs, J. (2013). *Algorithmic craft: The synthesis of computational design, digital fabrication, and hand craft*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <https://www.media.mit.edu/publications/algorithmic-craft/>.
- Janesick, V. J. (1994). The dance of qualitative research design: Metaphor, methodolatry and meaning. In N. K. Denzin, & Y. S. Lincoln (Eds.). *Handbook of qualitative research* (pp. 209-219). Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc.
- Johnson, J. (2003). *Children, robotics, and education*. In *Artificial life and robotics*, 7 (1-2), 16–21. DOI:10.1007/BF02480880.
- Jonassen, D. (2007). *Computadores, ferramentas cognitivas: Desenvolver o pensamento crítico nas escolas*. Porto: Porto editora.
- Jonassen, D., Peck, K., & Wilson, B. (1999) *Learning with technology: A constructivist perspective*, New Jersey: Merrill.
- Khine, M. S. (2017). *Robotics in STEM education: Redesigning the learning experience*. Cham, Switzerland: Springer.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Kumar, D., & Meeden, L. (1998). *A robot laboratory for teaching artificial intelligence*. DOI:10.1145/274790.274326.
- Lancaster, J. (1803). *Improvements in education in three parts*. London: Darton and Harvey. Recuperado de <http://www.constitution.org/lanc/improv-1803.htm>.
- Lapassade, G. (1991a). *L'éthnosociologie*. Paris: Méridiens Klincksieck.
- Lapassade, G. (1991b). *L'éthnosociologie: Les sources anglo-saxonnes*. Paris: Méridiens Klincksieck. Recuperado de <http://education-vie.univ-paris8.fr/docs/IMG/>.

- Lapassade, G. (1992). La méthode ethnographique (observation participante et ethnographie de l'école). Recuperado de <http://www.ai.univ-paris8.fr/corpus/lapassade/>.
- Lapassade, G. (2001). L'observation participante. *Revista Europeia de Etnografia da Educação*, 1, 9-26.
- Lave, J. (1982). A comparative approach to educational forms and learning processes. *Anthropology & education quarterly*, 13 (2), 181-187. DOI:10.1525/aeq.1982.13.2.05x18321.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, J., & Wenger, E. (2009). *Legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press.
- Lessard-Hébert, M., Goyette, G., & Boutin, G. (1994). *Investigação qualitativa: Fundamentos e práticas*. Lisboa: Instituto Piaget
- Lévy, P. (2000). *Cibercultura: Relatório para o Conselho da Europa no quadro do projecto «Novas tecnologias: cooperação cultural e comunicação»*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Lima, L. (1984). *A construção do Homem segundo Piaget (uma teoria de educação)*. S. Paulo: Summus Editorial. Recuperado de <http://books.google.pt>.
- Loja, A. (2000). *Notas para a história da Escola Secundária de Francisco Franco*. Funchal: Edição da E.S.F.F.
- Lourenço, O. (2005). *Psicologia do desenvolvimento cognitivo – Teoria, dados e implicações*. Coimbra: Edições Almedina.
- Lousã, M., Santos, J., & Cabral, A. (2018). *Como fazer trabalhos académicos*. Porto: Porto Editora.

- Marshall, C., & Rossman, G. B. (2006). *Designing qualitative research* (4 th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Martins, J., & Cravo, M. (2011). *Fundamentos da programação utilizando múltiplos paradigmas*. Lourinhã: IST Press.
- Mathias, H. D. (2016). An autonomous drone platform for student research projects. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 31 (5), 12-20.
- Matos, J. F., & Barata, C. (2019). Uso de objetos tangíveis programáveis na aprendizagem da Programação. *Revista Intersaberes*, 14 (31), 109-128. DOI:10.22169/revint.v14i31.1505.
- Máximo-Esteves, L. (2008). *Visão panorâmica da investigação-acção*. Porto: Porto Editora.
- Mendes, G. (2009). Famílias e educadoras de infância: estratégias educativas e modalidades de uma relação. *Trajectos - Revista de Comunicação, Cultura e Educação*, 13-14, 137-154. Lisboa: ISCTE.
- Mendes, G., & Sousa C. (2011). O educador aos olhos das crianças: Uma abordagem etnográfica. In C. N. Fino, & J. M. Sousa (Orgs.). *Etnografia da educação* (pp. 319-344). Funchal: Universidade da Madeira - CIE-UMa.
- Messina, G. (2001). Mudança e inovação educacional: Notas para reflexão. In *Cadernos de Pesquisa*, 114, (p. 225-233). DOI: 10.1590/S0100-15742001000300010.
- Mindell, D. (2000). *LEGO Mindstorms: The structure of an engineering (r)evolution*. Recuperado de <http://web.mit.edu/6.933/www/Fall2000/LegoMindstorms.pdf>.
- Miranda, L., Morais, C., Dias, P., & Almeida, C. (2001). Ambientes de aprendizagem na web: Uma experiência com fóruns de discussão. In P. Dias, & C. Freitas (Orgs.), *Actas do Challenges 2001, II Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação*. Braga: Centro de Competências Nónio da Universidade do Minho. Recuperado de <http://www.nonio.uminho.pt/challenges2001/challenges.htm>.

- Moll, L. C. (1996). *Vygotsky e a educação. Implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas.
- Moreira, C. M. (2007). *Teorias e práticas de investigação*. Lisboa: Instituto Superior de Ciências Sociais e Políticas.
- Moreschi, M. (2002). O site - ambiente de aprendizagem. *Revista PEC*, Curitiba, 2 (1).
- Morin, E. (2002). *O problema epistemológico da complexidade*. 3ªed. Mem Martins: Publicações Europa-América.
- Mucchielli, R. (1978). *Entrevista não-directiva*. São Paulo: Martins Fontes Editora.
- Mucchielli, R. (1981). *A formação de adultos*. São Paulo: Martins Fontes Editora.
- Neto, J. (2007). *Tecnologia educacional. Formação de professores no labirinto do ciberespaço*. Rio de Janeiro: MemVavMem Editora.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1999). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Oliveira, M. K. (1992). Vygotsky e o processo de formação de conceitos. In Y. Taille, M. K. Oliveira, & H. Dantas (Orgs.) *Piaget, Vygotsky, Wallon: teorias psicogenéticas em discussão* (pp. 23 – 34). São Paulo: Summus Editorial.
- Pacheco, A., Gomes, A., Henriques, J., Almeida, A., & Mendes, A. (2008). *A study on basic mathematics knowledge for the enhancement of programming learning skills*. Proceedings of Informatics Education Europe III. Veneza.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. New York: Basic Books, Inc.
- Papert, S. (1985). *Logo: computadores e educação*. São Paulo: Editora Brasiliense.
- Papert, S. (1991). Situating constructionism. In I. Harel, & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1-12). Norwood, NJ: Ablex Publishing.
- Papert, S. (1993). *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. S. Paulo: Artmed Editora.

- Papert, S. (1997). *A família em rede*. Lisboa: Relógio d'Água Editores.
- Papert, S. (1999). *Logo philosophy and implementation*. Montreal: LCSi. Recuperado de <http://www.microworlds.com/support/logo-philosophy-papert.html>.
- Papert, S. (2008). *A máquina das crianças: Repensando a escola na era da informática*. S. Paulo: Artmed Editora.
- Papert, S. & Harel, I. (1991). Situating constructionism. In S. Papert, & I. Harel (Eds.) *Constructionism: Research, reports and essays* (pp. 1985-1990). Norwood, NJ: Ablex Pub. Corp. Recuperado de <http://namodemello.com.br/pdf/tendencias/situatingconstrutivism.pdf>.
- Pasqualotti, A. (2008). *Comunicação, tecnologia e envelhecimento: significado da interação na era da informação* (manuscrito). Tese de Pós-Graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: CINTED. DOI:10.22456/1982-1654.8244.
- Pea, R. D. (2004). *The social and technological dimensions of scaffolding and related theoretical concepts for learning, education, and human activity*. The journal of the learning sciences, 13 (3), 423-451. DOI:10.1207/s15327809jls1303_6.
- Pedro, N. (2017). *Ambientes educativos inovadores: o estudo do fator espaço nas "salas de aula do futuro" portuguesas*. Revista Tempos e Espaços em Educação. São Cristóvão, Sergipe, Brasil, 10 (23), 99-108. DOI:10.20952/revtee.v10i23.7448.
- Pedro, N., & Matos, J. F. (2015). *Salas de aula do futuro: novos designs, ferramentas e pedagogias. Ensinar a aprender! O saber da ação pedagógica em práticas de ensino inovadoras*. In: Atas do III Seminário Nacional Investigando Práticas de Ensino em Sala de Aula e do I Seminário Internacional de Práticas Pedagógicas Inovadoras (pp. 15-29). Curitiba, Paraná. Universidade Positivo. Recuperado de https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/25706/1/atas_digitais_curitiba_2015.
- Perrenoud, P. (2004). *Aprender a negociar a mudança em educação - Novas estratégias de inovação*. Porto: Edições Asa.

- Phillips, P. (2009). *Computational thinking a problem-solving tool for every classroom*. Recuperado de <https://scied.ucar.edu/sites/default/files/CompThinking.pdf>.
- Piaget, J. (1970). *Psicologia e pedagogia*. Rio de Janeiro: Ed. Forense Universitária.
- Poirier, J., Clapier-Valladon, S., & Raybaut, P. (1999). *Histórias de vida: Teoria e prática*. Oeiras: Celta editora.
- Popper, K. (1998). *A lógica da pesquisa científica*. S. Paulo: Cultrix.
- Prensky, M. (2010). Marc Prensky: "O aluno virou o especialista". *Época*, 634. Recuperado de <http://revistaepoca.globo.com/Revista/Epoca/0,,EMI153918-15224,00-MARC+PRENSKY+O+ALUNO+VIROU+O+ESPECIALISTA.html>.
- Rafael, M. (2005). Contributos de Jerome Bruner e Robert Gagné. In G.L. Miranda, & S. Bahia (Orgs.). *Psicologia da Educação - Temas de desenvolvimento, aprendizagem e ensino* (pp. 166-182). Lisboa: Relógio D'Água Editores.
- Resnick, M. (2008). *Falling in love with Seymour's ideas*. Cambridge, MA, USA: Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/AERA-seymour-final.pdf>.
- Resnick, M. (2017). *Lifelong kindergarten: Cultivating creativity through projects, passion, peers, and play*. Cambridge, US: The MIT Press.
- Resnick, M. (2019). Projects, passion, peers and play. In *Creativity Matters, 1*. Cambridge, MA, USA: Massachusetts Institute of Technology. Recuperado de <http://web.media.mit.edu/~mres/papers/Creating-Creators-final.pdf>.
- Resnick, M., & Siegel, D. (2015). *A different approach to coding*. International Journal of People-Oriented Programming, 4 (1), 1-4. DOI:10.4018/IJPOP.2015010101.
- Ribeiro, C. (2006). RobôCarochinha: Um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1.º ciclo do Ensino Básico. Tese de mestrado apresentada à Universidade do Minho, Braga.
- Ribeiro, A. F. (2007). Entrevista. *Revista e-ciência*, (129).

- Ribeiro, A. F. (2009). New ways to learn science with enjoyment – Robotics as a challenge. *6th International Conference on Hands-On Science, Science for All. Quest for Excellence* (pp. 15-23). Recuperado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10255>.
- Ribeiro, A. F. (2014). RoboParty'2014. *Revista Robótica*, 95 (14-15). Recuperado de <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/38242>.
- Ribeiro, F., Almeida, L., Azevedo, J., Carneira, C., Costa, P., Fonseca, P., ... Santos, V. (2000). *Mobile robot competitions: Fostering advances in research, development and education in robotics*. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1822/3296>.
- Ribeiro, A. F., Lopes, G., Pereira, N., & Cruz, J. (2016). *Learning robotics for youngsters - The RoboParty experience*. In L. Reis, A. Moreira, P. Lima, L. Montano V., Muñoz-Martinez (Eds). *Robot 2015: Second Iberian Robotics Conference. Advances in Intelligent Systems and Computing*, Vol. 417 (pp. 729-741). DOI: 10.1007/978-3-319-27146-0_56.
- Rodrigues, L. (2009). Ensino profissional: o estigma da cabeça mais do que as mãos. In L. Rodrigues, & P. Brazão (Orgs.) e J. M. Sousa (Dir.) *Políticas educativas – discursos e práticas*. Funchal: Universidade da Madeira – CIE.
- Rodrigues, L. (2011). *Ensino profissional: O estigma da cabeça mais do que as mãos*. Mangualde, Edições Pedagogo.
- Rogoff, B. (1984). Thinking and learning in social context. In B. Rogoff, & J. Lave (Eds.). *Everyday cognition: Its development in social context* (pp. 1-8). Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Sabirón Sierra, F. (2001). Estructura de un proyecto de investigación en Etnografía de la Educación (I). In *Revista Europea de Etnografía da Educação*, 1, 27-42.
- Sabirón Sierra, F. (2006). *Métodos de investigación etnográfica en Ciencias Sociales*. Zaragoza: Mira Editores.

- Sabirón Sierra, F., & Arraiz, A. (2005). El trabajo de campo en investigación etnográfica: dilemas en una paradójica vertebración multirreferencial. *Revista Europeia de Etnografia da Educação*, 4, 11–25.
- Saeli, M., Perrenet, J., Jochems, W., & Zwaneveld B. (2011). Teaching programming in secondary school: A pedagogical content knowledge perspective. *Informatics in education*, 10 (1), 73-88. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=EJ1064282>.
- Sampaio, D. (1994). *Inventem-se novos pais*. Lisboa: Editorial Caminho.
- Santos, B. S. (2000). Universalismo, contextualización cultural y cosmopolitismo. In H. Gorski, & C. Silveira (Orgs.). *Identidades comunitarias y democracia*. Madrid: Editorial Trotta.
- Sapir, E. (1967). *Anthropologie*. Paris: Ed. de Minuit.
- Sattar, F., Tamatea, L., & Nawaz, M. (2017). Droning the pedagogy: Future prospect of teaching and learning. *International Journal of Educational and Pedagogical Sciences*, 11 (6), 1622-1627. Recuperado de <https://waset.org/Publication/droning-the-pedagogy-future-prospect-of-teaching-and-learning-/10007926>.
- Schroyer, M. (2013). *Drones for schools*. Recuperado de <https://robohub.org/drones-for-schools/>.
- Sebarroja, C. (2003). *A aventura de inovar: a mudança na escola*. Porto Alegre: Artmed.
- Sebesta, R. (2003). *Concepts of programming languages*. Strand, London: Addison-Wesley.
- Serafini, G. (2011). Teaching programming at primary schools: Visions, experiences, and long-term research prospects. In *International Conference on Informatics in schools: Situation, evolution, and perspectives* (pp. 143-154). Berlin: Springer. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-642-24722-4_13.
- Serrano, A., Caldeira, M., & Guerreiro, A. (2004). *Gestão de sistemas e tecnologias de informação*. Lisboa: FCA.

- Silva, B. D. (2005). Ecologias da comunicação e contextos educacionais. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, 2 (3), 31-51. Recuperado de <http://hdl.handle.net/1822/17229>.
- Silva, B. D., Gomes, J., & Silva Á. (2007). “A escola e as tecnologias de informação e comunicação: Inquietações e superações” In J. M. Sousa, & C. N. Fino (Orgs.) *A Escola sob Suspeita*. Porto: Edições ASA.
- Silva, F., & Alves, J. (Orgs.) (2000). *ERP e CRM. Da empresa à e-empresa – soluções de informações reais para empresas globais*. Lisboa: Centro Atlântico.
- Sousa, J. M. (1997). Investigação em educação: Novos desafios. In A. Estrela, & J. Ferreira (Orgs.). *Métodos e técnicas de investigação científica em educação* (pp. 661-672). Lisboa: AFIRSE Portuguesa. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação. Universidade de Lisboa.
- Sousa, J. M. (2002). O papel do professor face à tensão entre globalização e diversidade. In M. F. Patrício (Org.) *Globalização e diversidade. A escola cultural, uma resposta* (pp. 307-310). Porto: Porto Editora.
- Sousa, J. M. (2003). O currículo à luz da etnografia. *Revista Europeia de Etnografia da Educação*, 3, 119-125.
- Sousa, J. M. (2007a). A inadequação da escola num cenário de transição paradigmática. In J. M. Sousa, & C. N. Fino (Orgs.) *A escola sob suspeita* (pp. 15-29). Porto: Edições ASA.
- Sousa, J. M. (2007b). A etnografia ao serviço do currículo. In *Actas do VII Colóquio sobre Questões curriculares (III Colóquio Luso-Brasileiro sobre Questões Curriculares) “Globalização e (des)igualdades: os desafios curriculares”*. Braga: Universidade do Minho. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10400.13/767>.
- Sousa, J. M. (2011). Criação de conhecimento em contexto de pós-modernidade. In C. N. Fino, & J. M. Sousa (Orgs.) *Pesquisar para mudar (a educação)* (pp. 65-85). Funchal: DCE – Universidade da Madeira.

- Sousa, J. M., & Fino, C. N. (2001). As TIC abrindo caminho a um novo paradigma educacional. In *Actas do VI Congresso galaico-português de Psicopedagogia, I*, (pp. 371-381). Braga: Universidade do Minho. Recuperado de <https://digituma.uma.pt/handle/10400.13/789>.
- Sousa, J. M., & Fino, C. N. (2010). L'innovation pédagogique vue de l'intérieur. *Revue Européenne d'Ethnographie de l'Éducation*, 6. *Hommage à Georges Lapassade*, 189-194. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10400.13/791>.
- Spradley, J. (1979). *The ethnographic interview*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Spradley, J. (1980). *Participant observation*. Orlando: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- Spradley, J., & McCurdy, D. (1997). *Conformity and conflict. Readings in cultural anthropology*. New York: Addison Wesley Longman, Inc.
- Sprinthall, N.A., & Sprinthall, R.C. (1993). *Psicologia Educacional - uma abordagem desenvolvimentista*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Stake, R. E. (1995). *The art of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Stake, R. E. (2009). *A arte da investigação com estudos de caso*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Sternberg, R., & O'Hara, L. (2000). "Intelligence and creativity". In R. Sternberg (Ed.) *Handbook of intelligence*. Cambridge: Cambridge University Press. DOI:10.1017/CBO9780511807947.028.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks, California: SAGE Publications, Inc.
- Tavares, J., & Alarcão, I. (1999). *Psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem*. Coimbra: Livraria Almedina.

- Tobias, S., & Duffy, T. M. (2009). The success or failure of constructivist instruction - an introduction. In S. Tobias, & T. M. Duffy (Eds.). *Constructivist instruction: success or failure?* (pp. 3-10). New York: Routledge.
- Toffler, A. (1970). *Choque do futuro*. Lisboa: Livros do Brasil.
- Toffler, A. (1980). *A terceira vaga*. Lisboa: Livros do Brasil.
- Tuckman, B.W. (2000). *Manual de investigação em educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Turkle, S., & Papert, S. (1992). Epistemological pluralism and the revaluation of the concrete. In *Journal of Mathematical Behavior*, 11(1), 3-33. Recuperado de <https://www.learntechlib.org/p/146817/>.
- Valente, J. (1993). Diferentes usos do computador na educação. In J. Valente (Org.). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: NED – Unicamp.
- Vosniadou, S. (2001). *How children learn*. Bruxelas: Academia Internacional de Educação.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society - the development of higher psychological processes*. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S. (1985). Le problème de l'enseignement et du développement mental à l'âge scolaire Schneuwly. In B. Schneuwly, & J. P. Bronckart (Dir.), *Vygotsky aujourd'hui* (pp. 23-117). Paris: Delachaux & Niestlé.
- Vygotsky, L. S. (1988). *A formação social da mente. O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes.
- Vigotsky, L. S. (1997). Prólogo a la versión rusa del libro de E. Thorndike «Principios de enseñanza basados en la psicología». In A. Zaporozhets (Dir.), *Obras Escogidas*. Madrid: Visor.
- Vigotsky, L. S. (2007). *Pensamento e linguagem*. Lisboa: Relógio D' Água Editores.

- Walsh, D., Tobin, J., & Graue, E. (2002). A voz interpretativa: investigação qualitativa em educação de infância. In B. Spodek (Org.), *Manual de investigação em educação de infância* (pp. 1037-1066). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Wenger, E. (1998). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. New York: Cambridge University Press
- Whitaker, P. (1999). *Gerir a mudança nas escolas*. Porto: Edições Asa.
- Wing, J. (2006). *Computational thinking*. *Communications of the ACM*, 49 (3).
- Woods, P. (1993a). *La escuela por dentro: la etnografía en la investigación educativa*. Barcelona: Paidós.
- Woods, P. (1993b). Managing marginality: teacher development through grounded life history. In *British educational research journal*, 19 (5), 447–465. doi:10.1080/0141192930190501.
- Yepes, I., & Barone, D. (2018). Robótica educativa: Drones e novas perspectivas. *RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação*, 16 (2). DOI:10.22456/1679-1916.89293.
- Yin, R. (1994). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Yin, R. (2001). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Young, M. (1998). *The curriculum of the future: from the 'New Sociology of Education' to a critical theory of learning*. London: Routledge Falmer.
- Zhao, W., & Go, T. H. (2014). Quadcopter formation flight control combining MPC and robust feedback linearization. *Journal of the Franklin Institute*, 351 (3) 1335-1355. DOI: 10.1016/j.jfranklin.2013.10.021.

DOCUMENTAÇÃO DE APOIO

A realização deste trabalho de investigação implicou a recolha, o registo, a análise e o tratamento de dados de diferentes tipos (texto, áudio, vídeo, imagem).

Os diversos documentos que serviram de apoio à elaboração do estudo empírico encontram-se organizados digitalmente no CD associado, em formatos que permitem uma fácil consulta.

No caso dos registos de vídeo referenciados ao longo deste texto, denominados como *clipes de vídeo*, optou-se por mantê-los disponíveis na *nuvem*; para a sua visualização, sem a necessidade de o descarregar, basta um clique com o botão do rato sobre o nome do clipe pretendido.

Apêndices

Apêndice 1 – Entrevistas a professores [*Ap_1_Entrevistas_Professores*]

Apêndice 2 – Entrevistas a participantes [*Ap_2_Entrevistas_Participantes*]

Apêndice 3 – Registos de campo [*Ap_3_RegistosCampo*]

Apêndice 4 – Ciência no Mercado, 2016 [*Ap_4_CiênciaNoMercado_2016*]

Apêndice 5 – Declarações informadas dos participantes

Apêndice 6 – Tese, versão eletrónica em formato pdf [*Tese_Doutoramento*]

Anexos

Anexo 1 – Projeto SPAR 2006/07 [*Anexo1_SPAR_Projeto2006_07*]

Anexo 2 – Relatório SPAR 2007/08 [*Anexo2_SPAR_Relatório2007_08*]

Anexo 3 – Relatório SPAR 2011/12 [*Anexo3_SPAR_Relatório2011_12*]

Anexo 4 – Relatório SPAR 2015/16 [*Anexo4_SPAR_Relatório2015_16*]

Anexo 5 – Robot Factory Rules [*Anexo5_Risonhos_RobotFactoryRules*]

Anexo 6 – Duarte-Programa1 [*Anexo6_Duarte_Programa1*]

Anexo 7 – Duarte-Programa2 [*Anexo7_Duarte_Programa2*]

Anexo 8 – SoccerRules [*Anexo8_Duarte_SoccerRules*]

Anexo 9 – Manual ROV-OOM [*Anexo9_ROV_OOM*]

Anexo 10 – Nuno-ProgramaROV [*Anexo10_Nuno_ProgramaROV*]

Anexo 11 – Alex&Herculano-ProgramaArduino [*Anexo11_Alex&Herc_ProgArduino*]

Anexo 12 – Impressora3D-VisualInstructions [*Anexo12_Imp3DVisualInstructions*]

Anexo 13 – Lista Ciência No Mercado - 2016 [*Anexo13_CiênciaNoMercado_2016*]

Anexo 14 – Lista Ciência No Mercado - 2017 [*Anexo14_CiênciaNoMercado_2017*]

Anexo 15 – Lista Ciência No Mercado - 2018 [*Anexo15_CiênciaNoMercado_2018*]