

Sara Aboim Silva

**Aprendizagens autênticas nas Ciências da Natureza
do 2.º Ciclo do Ensino Básico**

TESE DE DOUTORAMENTO EM EDUCAÇÃO
Departamento de Ciências da Educação e do Património

Trabalho realizado sob a orientação da
Professora Doutora Maria João de Jesus Duarte Silva



UNIVERSIDADE PORTUCALENSE

Julho, 2014

Agradecimentos

À Doutora Maria João Silva pela sábia orientação, amizade, apoio, motivação, disponibilidade e conhecimentos que partilhou. Sobretudo, por me ter feito voar mais alto.

Aos meus pais e irmãos pelo incentivo e ajuda. Ao Rui, companheiro desta e de tantas outras viagens. À minha Sofia, pelos sorrisos e canções com que me presenteou todos os dias.

Aos meus colegas de trabalho – Alexandre, António Alberto, Tó, Cláudia e Alzira – que de diferentes formas e em diversas circunstâncias, me apoiaram na concretização deste trabalho.

À Teresa, Sandra, Luísa, Elisabete, Joana e Rafaela que participaram neste estudo e estiveram sempre disponíveis para o enriquecer.

Ao inDE da ESEIPP pelo apoio prestado.

À Eduarda e à Rosário pela preciosa ajuda que me poupou de muito nervoso miudinho.

A todos os alunos que participaram neste estudo, dos mais pequeninos aos mais crescidos – sem vocês não teria sido possível.

Aos meus amigos que me proporcionaram belos momentos de alegria e descontração.

Para a minha Sofia

RESUMO

Esta investigação pretendeu contribuir para a qualidade do ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza no 2.º Ciclo do Ensino Básico (2.º CEB). O problema deste estudo centra-se na constatação da necessidade de apoiar o desenvolvimento de tarefas que resultem em atividades e aprendizagens autênticas nas Ciências da Natureza no 2.º CEB, nomeadamente no que se refere ao trabalho experimental e à interligação de grandezas ambientais no processo de caracterização do meio. Com base neste problema definiram-se as questões de investigação (QI): QI1 - Que papéis pode desempenhar a utilização conjunta dos sentidos e dos sensores, nas atividades autênticas de caracterização do meio?; QI2 - Que práticas epistémicas (PE) são desenvolvidas pelos alunos na realização de atividades autênticas e qual a mediação do professor nesse processo?; QI3 - As atividades autênticas propiciam a significação de conceitos abstratos pelas crianças?; QI4 - Que dificuldades/desafios sentem os professores na implementação de tarefas autênticas?

O marco teórico deste estudo centra-se na abordagem das aprendizagens autênticas e, portanto, nas abordagens construtivistas do ensino e aprendizagem reconhecendo: a relevância das concepções e conhecimentos prévios dos alunos; a importância de dar aos alunos um papel ativo na construção do conhecimento e ao professor um papel mediador; as potencialidades das estratégias de resolução de problemas do quotidiano e do ensino experimental das ciências.

Face ao problema e às questões de investigação, optou-se por uma abordagem do tipo qualitativo, baseada em quatro estudos de caso, com traços de investigação-ação. As professoras participantes conceberam situações formativas que integraram tarefas autênticas de caracterização do meio e implementaram-nas, com os seus alunos, recorrendo ao trabalho experimental e ao uso conjunto de sentidos e sensores.

Os resultados obtidos foram analisados e discutidos, com recurso à elaboração de narrações multimodais e a uma análise de conteúdo, permitindo retirar as seguintes conclusões:

- O uso dos sentidos e dos sensores constituíram uma estratégia importante para o desenvolvimento de atividades autênticas de caracterização ambiental e, nomeadamente, de práticas epistémicas (PE) pelos alunos;
- Em todos os estudos de caso, os alunos desenvolveram PE como descrever, formular questões, fazer estimativas/previsões, usar sensores, interpretar, organizar informação e relacionar, nas atividades que resultaram das tarefas autênticas propostas. As PE mais complexas como formular questões, controlar variáveis, formular hipóteses, e criar representações, ocorreram com menos frequência do que as outras PE;
- As diferentes PE ocorreram frequentemente na sequência da mediação das professoras, nomeadamente das ações: contextualizar a situação problema; apresentar a tarefa sob a forma de desafio; formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos; respeitar e incentivar a autonomia dos alunos; sintetizar informação; orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas; apresentar/disponibilizar recursos; e realizar avaliação formativa;
- O uso dos sentidos e dos sensores com mediação docente apoiou os alunos no estabelecimento de transições graduais de representações mais concretas para representações mais abstratas dos fenómenos em estudo;
- A mediação docente estabeleceu pontes entre o concreto e o abstrato, tendo as PE sido indicadoras do desenvolvimento do pensamento abstrato nas crianças;
- As professoras constataram que as tarefas autênticas, pela sua natureza investigativa, se revelaram motivadoras, tendo, no entanto colocado desafios de gestão do tempo.

Palavras-Chave: Tarefas, Atividades e Aprendizagens Autênticas; Ensino Experimental das Ciências; Sentidos; Sensores; Práticas Epistémicas.

ABSTRACT

This research sought to contribute to the quality of teaching and learning of Science of Nature on the 5th and 6th year of scholarship. This study focuses on the acknowledgment of the need to support the development of tasks that result in activities and authentic learning in Science of Nature on the 5th and 6th year of scholarship, particularly with regard to the experimental work and the interconnection of environmental measurements in the process of characterizing the environment. Based on this, the following research questions were outlined: Q11 - What roles can the use of both the senses and sensors perform in the authentic activities of environment characterization? Q12 - What epistemic practices are developed by students in performing authentic activities and what is the teacher mediation role in this process;? Q13 – Do authentic activities help to provide a meaning to abstract concepts to children;? Q14 - What difficulties/challenges will teachers face by implementing authentic tasks?

The theoretical framework of this study focuses on the approach of authentic learning and hence, on constructivist approaches to teaching and learning recognizing: the importance of prior knowledge and conceptions of the student; the importance of giving students an active role in the construction of knowledge, giving the teacher a role of mere mediator; the potential of the strategies for solving everyday problems and experimental science teaching.

With the objective of facing the problem and the research questions, we chose the qualitative approach, based on four case studies, with dashes of inquiry-action. The participating teachers designed training situations that integrate authentic tasks to characterize the environment and implemented them with their students, using the experimental work and the set of both senses and sensors.

The results were analyzed and discussed, using multimodal narratives and content analysis, allowing the following conclusions:

- The use of both senses and sensors were an important strategy for the development of authentic activities in environmental characterization and, in particular, of epistemic practices by the students;
- In all case studies, the students developed epistemic practices such as describing, asking questions, making estimates/forecasts, using sensors, interpreting, organizing information and bridging in the activities that resulted from the proposed authentic tasks. More complex epistemic practices, such as formulating questions, controlling variables, formulating hypotheses, and creating representations, occurred less frequently than other epistemic practices;
- The different epistemic practices occurred frequently following the mediation of teachers, (particularly actions such as: contextualizing the problem situation; presenting the task in the form of a challenge; formulating questions, encouraging the sharing of ideas and valuing students' thinking; respecting and encouraging students' autonomy; synthesizing information; guiding and supporting students in the development of the tasks; presenting/providing resources; and conducting formative evaluation);
- The use of the senses and sensors with teachers mediation supported the students in establishing gradual transitions from concrete representations to more abstract representations of the phenomena under study;
- The teacher's mediation established bridges between the concrete and the abstract, and the epistemic practices were an indicator of the development of abstract thinking in children;
- The teachers found that the authentic tasks, for their investigative nature, proved to be motivating, although also challenging in matters of time management.

Key words: Authentic Tasks; Authentic Activities; Authentic Learning; Experimental Science Education; Senses; Sensors; Epistemic practices.

Sumário

CAPÍTULO 1 - Introdução	1
1.1. Contextualização e relevância do tema.....	1
1.2. Objetivo central e questões de investigação	5
1.3. Estrutura da tese	6
CAPÍTULO 2 – Referencial teórico e fundamentos do estudo	7
2.1. Ensino Experimental e Educação em Ciências.....	7
2.1.1. O ensino das Ciências em Portugal e a sua importância no 1.º e 2.º CEB.....	14
2.1.2. O trabalho experimental e o ensino das Ciências	25
2.1.3. Os sentidos e os sensores no Ensino Experimental das Ciências.....	30
2.2. A aprendizagem e tarefas autênticas: enquadramento conceptual e instrumental	32
2.2.1. Aprendizagem Autêntica.....	32
2.2.2. As tarefas autênticas	41
2.2.3. Práticas epistémicas.....	50
2.2.3.1. A mediação do professor no desenvolvimento das práticas epistémicas.....	53
2.2.3.2. Tarefas autênticas e TIC	56
2.2.4. Componentes das aprendizagens autênticas	58
2.2.5. A avaliação num contexto de aprendizagem autêntica.....	60
2.2.6. Desenvolvimento de aprendizagens autênticas: valorização e desafios	62
Capítulo 3 – Metodologia da Investigação	68
3.1. Caracterização da investigação	68
3.1.1. Objetivos da investigação.....	68

3.1.2. Problema de investigação	71
3.1.3. Tipo de investigação	71
3.2. Descrição do estudo	73
3.2.1. Estudo exploratório	73
3.2.2. Estudos de caso	79
3.2.2.1. Seleção e caracterização dos participantes	79
3.2.2.2. Fases de conceção dos estudos de caso	83
3.2.3. Apresentação das propostas didáticas	87
3.2.3.1. Conceção das situações formativas	89
3.2.3.2. Implementação das situações formativas	90
3.2.3.3. Métodos de recolha de dados	119
3.2.3.4. Tratamento e análise de dados	124
Capítulo 4 – Apresentação e discussão dos resultados	129
4.1. Apresentação e tratamento dos resultados	130
4.1.1. O uso dos sentidos e dos sensores pelas crianças	132
4.1.1.1. Controlar os dados sensoriais e o uso efetivo dos sensores.....	132
4.1.1.2. Usar os sensores como extensões dos sentidos humanos	137
4.1.1.3. Comparar os dados sensoriais com os dados fornecidos pelos sensores	142
4.1.2. Práticas epistémicas	146
4.1.3. A mediação do professor	165
4.1.3.1. Contextualizar a aprendizagem	166
4.1.3.2. Tornar as estratégias científicas visíveis	179
4.1.3.3. Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato.....	190
4.2. Discussão dos resultados	202

4.2.1. O uso dos sentidos e dos sensores pelas crianças nas atividades autênticas de caracterização do meio	202
4.2.2. O desenvolvimento de práticas epistêmicas e a ação mediadora das professoras nesse processo	213
4.2.3. A significação de conceitos abstratos pelas crianças	223
CAPÍTULO 5 – Dificuldades e desafios sentidas pelas professoras participantes na implementação de tarefas autênticas	228
CAPÍTULO 6 - Conclusão.....	250
6.1. Conclusões relativas às questões de investigação	252
6.2. Contributos do estudo	269
6.3. Limitações do estudo e trabalho futuro	270
Referências	273
Apêndices	
Apêndice A – Ficha de registos (Situação formativa 1 – Estudo de caso 1) ..	285
Apêndice B – Ficha de trabalho n.º 1 (Situação formativa 1 – Estudo de caso 1)	286
Apêndice C – Carta de planificação 1 (Situação formativa 1 – Estudo de caso 1)	287
Apêndice D – Carta de planificação 2 (Situação formativa 1 – Estudo de caso 1)	288
Apêndice E – Carta de planificação 3 (Situação formativa 1 – Estudo de caso 1)	289
Apêndice F – Ficha de trabalho – parte I, II e III (Situação formativa 2 – Estudo de caso 2).....	290
Apêndice G – Carta de planificação 1 (Situação formativa 2 – Estudo de caso 2)	291
Apêndice H – Carta de planificação 2 (Situação formativa 2 – Estudo de caso 2)	292

Apêndice I – Carta de planificação 1 (Situação formativa 3 – Estudo de caso 3)	293
Apêndice J – Carta de planificação 2 (Situação formativa 3 – Estudo de caso 3)	294
Apêndice K - Carta de planificação 3 (Situação formativa 3 – Estudo de caso 3)	295
Apêndice L - Carta de planificação 4 (Situação formativa 3 – Estudo de caso 3)	296
Apêndice M – Protocolo experimental 1 (Situação formativa 3 – Estudo de caso 3)	297
Apêndice N – Ficha de registo (Situação formativa 3 – Estudo de caso 3)....	298
Apêndice O – Rede Nocial (Situação formativa 3 – Estudo de caso 3).....	299
Apêndice P - Ficha de avaliação de aprendizagens adquiridas (Situação formativa 3 – Estudo de caso 3).....	300
Apêndice Q - Ficha de avaliação das atividades realizadas (Situação formativa 3 – Estudo de caso 3)	301
Apêndice R - Folha de registo 1 (Situação formativa 4 – Estudo de caso 4) .	302
Apêndice S - Carta de Planificação 1 (Situação formativa 4 – Estudo de caso 4)	303
Apêndice T - Carta de Planificação 2 (Situação formativa 4 – Estudo de caso 4)	304
Apêndice U - Folha de registo 2 (Situação formativa 4 – Estudo de caso 4) .	305
Apêndice V - Folha de registo 3 (Situação formativa 4 – Estudo de caso 4)..	306

Lista de siglas e acrónimos

ABRP – Aprendizagem baseada na resolução de problemas

CEB - Ciclo do Ensino Básico

CNEB - Currículo Nacional do Ensino Básico

COM – Comunicação da Comissão Europeia

DGE – Direção-Geral da Educação

DGIDC - Direção-Geral de Inovação e do Desenvolvimento Curricular

ADN - Ácido Desoxirribonucleico

EC - Estudo de Caso

EEC – Ensino Experimental das Ciências

ESEIPP – Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto

GC – Grupo de Controlo

GE – Grupo Experimental

INE – Instituto Nacional de Estatística

inED - Centro de Investigação e Inovação em Educação

MEC – Ministério da Educação e Ciência

MOC – Microscópio Ótico Composto

MP – Mediação do Professor

NM – Narrações Multimodais

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

PE – Prática Epistémica

PFEEC - Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências

PISA – *Programme for International Student Assessment*

QI – Questão de Investigação

SI – Sistema Internacional

SF – Situação Formativa

SS – Sensores

ST – Sentidos

TE – Trabalho Experimental

TIC – Tecnologias de Informação e Comunicação

TL – Trabalho Laboratorial

TP – Trabalho Prático

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

Índice de tabelas

Tabela 1 – Respostas à questão “Está muito ou pouco interessado nos seguintes assuntos?” dadas pelos cidadãos dos 15 estados-membros da União Europeia,	9
Tabela 2 - Respostas à questão “Está muito ou pouco interessado nos seguintes assuntos?” dadas pelos cidadãos dos 27 estados-membros da União Europeia,	9
Tabela 3 - Respostas à questão “Qual pensa ser a principal razão para a falta de interesse dos jovens na Ciência e em seguir carreiras científicas?” dadas pelos cidadãos dos 15 estados-membros da União Europeia.	10
Tabela 4 - Exemplos de Metas Curriculares estabelecidas para cada um dos domínios definidos para as Ciências Naturais do 2ºCEB	19
Tabela 5 - Objetivos alcançáveis com o trabalho experimental, em articulação com o laboratorial e prático.	26
Tabela 6 - Resumo das ações dos alunos e professor no desenvolvimento das atividades experimentais.	28
Tabela 7 - Processos cognitivos presentes nas tarefas de pesquisa científica autêntica e nas tarefas de pesquisa simples	43
Tabela 8 - Epistemologia da pesquisa autêntica, e das tarefas de pesquisa simples..	46
Tabela 9 - Características dos modelos cognitivos das experiências autênticas e das experiências simples.....	47
Tabela 10 - As práticas epistémicas e sua caracterização	51
Tabela 11 - As componentes da mediação e sua caracterização	54
Tabela 12 - Breve caracterização das atividades autênticas exploratórias implementadas com alunos do 1º ano do Curso de Mestrado em Ensino do 1º e do 2º Ciclos do Ensino Básico da ESEIPP.....	77
Tabela 13 - Distribuição do trabalho relativo à fase de desenho dos quatro estudos de caso.....	84
Tabela 14 - Breve caracterização dos estudos de caso	86
Tabela 15 - Características das Narrações Multimodais	121
Tabela 16 - Especificação das atividades autênticas selecionadas das situações formativas, para a construção das NM.....	125
Tabela 17 - Definição e caracterização das categorias de análise	126
Tabela 18 - Instrumento para análise dos resultados “O uso dos sentidos e sensores, e o papel da mediação do professor no desenvolvimento de práticas epistémicas, nas atividades autênticas de caracterização do meio”	131
Tabela 19 - O controlo dos dados sensoriais e o uso efetivo dos sensores	135
Tabela 20 - Exemplos de uso dos sensores como extensões dos sentidos humanos	140
Tabela 21 - Exemplos de comparações entre os dados sensoriais e os dados fornecidos pelos sensores	145
Tabela 22 - Práticas epistémicas desenvolvidas nos quatro EC e n.º de ocorrências	147
Tabela 23 - Práticas epistémicas menos frequentes nos quatro estudos de caso.....	148
Tabela 24 - Exemplos de ocorrência da PE1 – descrever, nos estudos de caso	156

Tabela 25 - Exemplos de ocorrência da PE2 – formular questões, nos estudos de caso	156
Tabela 26 - Exemplos de ocorrência da PE3 – fazer estimativas/previsões, nos estudos de caso.....	157
Tabela 27 - Exemplos de ocorrência da PE4 – usar sensores, nos estudos de caso	158
Tabela 28 - Exemplos de ocorrência da PE5 – interpretar, nos estudos de caso.....	159
Tabela 29 - Exemplos de ocorrência da PE6 – controlar variáveis, nos estudos de caso	159
Tabela 30 - Exemplos de ocorrência da PE7 – formular hipóteses, nos estudos de caso.....	160
Tabela 31 - Exemplos de ocorrência da PE8 – organizar informação, nos estudos de caso.....	160
Tabela 32 - Exemplos de ocorrência da PE9 – criar representações, nos estudos de caso.....	163
Tabela 33 - Exemplos de ocorrência da PE10 – relacionar, nos estudos de caso	164
Tabela 34 - Ações mediadoras do professor relativas ao desenvolvimento de PE....	165
Tabela 35 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP1 - Contextualizar a situação problema) na criação dos contextos de aprendizagem	171
Tabela 36 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP2, Apresentar a tarefa sob a forma de desafio) na criação dos contextos de aprendizagem	172
Tabela 37 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP3 – Formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos) na criação dos contextos de aprendizagem	175
Tabela 38 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP4 – Respeitar e incentivar a autonomia dos alunos) na criação dos contextos de aprendizagem	177
Tabela 39 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP3 - Formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos) para visibilizar as estratégias científicas	182
Tabela 40 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP4 - Respeitar e incentivar a autonomia dos alunos) para visibilizar as estratégias científicas.....	184
Tabela 41 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP5 - Sintetizar informação) para visibilizar as estratégias científicas.....	185
Tabela 42 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP6 - Orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas) para visibilizar as estratégias científicas	186
Tabela 43 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP7 - Apresentar/disponibilizar recursos) para visibilizar as estratégias científicas	188
Tabela 44 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP8 - Realizar avaliação formativa) para visibilizar as estratégias científicas.....	189
Tabela 45 - Exemplos das ações mediadoras das professoras ocorridas nos diferentes estudos de caso, no âmbito da subdimensão de análise “Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato”	197
Tabela 46 - Exemplos das ações mediadoras das professoras ocorridas nos diferentes estudos de caso, no âmbito da subdimensão de análise “Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato”	199

Tabela 47 - Exemplos das ações mediadoras das professoras ocorridas nos diferentes estudos de caso, no âmbito da subdimensão de análise “Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato”	200
Tabela 48 - Exemplos das ações mediadoras das professoras ocorridas nos diferentes estudos de caso, no âmbito da subdimensão de análise “Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato”	201
Tabela 49 - Dificuldades inerentes ao comportamento dos alunos na implementação das tarefas autênticas.....	230
Tabela 50 - Dificuldades inerentes ao contexto na implementação das tarefas autênticas	233
Tabela 51 - Dificuldades inerentes ao tempo na implementação das tarefas autênticas	236
Tabela 52 - Dificuldades inerentes à tarefa na implementação das tarefas autênticas	240
Tabela 53 - Desafios inerentes à tarefa na implementação das tarefas autênticas ...	244
Tabela 54 - Desafios inerentes à avaliação das aprendizagens resultantes da implementação das tarefas autênticas.....	247

Índice de figuras

Figura 1 - Resultados de Portugal, por domínio, nos cinco ciclos PISA	12
Figura 2 - Resultados de Portugal, por domínio, nos cinco ciclos PISA	13
Figura 3 - Distribuição dos resultados de Portugal por nível de proficiência nos ciclos 2006 e 2012 – Domínio Ciências.	14
Figura 4 - Taxa de abandono escolar precoce em Portugal de 2005 a 2012.	15
Figura 5 - Percentagem de cidadãos com idade entre os 30 e 34 anos, que possuem formação superior	15
Figura 6 - Dimensões da aprendizagem autêntica no ensino das Ciências Naturais no 2ºCEB.....	70
Figura 7- Observação feita por um aluno (canto inferior direito da figura) da epiderme da única da cebola.....	141
Figura 8 - Aluno a observar células do epitélio bucal, ao MOC	158
Figura 9 - Manuseamento do sensor de condutividade por um aluno - EC4	158
Figura 10 - Registo efetuado por um aluno relativo às células do epitélio bucal observadas ao MOC.....	162
Figura 11 - Exemplo de gráfico produzido pelo sensor de luminosidade, interpretado pelos alunos (EC1).	191
Figura 12- Questões de exploração sugeridas por uma aluna no final da aula – estudo de caso 4.....	245
Figura 13 - Rede Nocial realizada por um aluno no momento de avaliação final – estudo de caso 3	247

Índice de gráficos

Gráfico 1 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM1 - “Análise sensorial dos parâmetros ambientais temperatura e luminosidade”, com duração de 45 minutos, relativa ao EC1 “Germinação de sementes”.....	150
Gráfico 2 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM2 - “Análise com sensores dos parâmetros ambientais temperatura e luminosidade”, com duração de 90 minutos, relativa ao EC1 “Germinação de sementes”.....	151
Gráfico 3 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM3 - “Uso do sensor de turvação na determinação da qualidade da água”, com duração de 45 minutos, relativa ao EC2 “Qualidade da água para consumo”.....	152
Gráfico 4 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM4 - “Observação das células da epiderme do bolbo da cebola, ao MOC e microscópio digital”, com duração de 2 horas, relativa ao EC3 “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”.	153
Gráfico 5 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM5 - “Observação das células do epitélio bucal, ao MOC e microscópio digital”, com duração de 5 horas, relativa ao EC3 “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”.	154
Gráfico 6 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM6 - “Análise sensorial de diferentes soluções salgadas, e determinação do respetivo valor de condutividade”, com duração de 90 minutos, relativa ao EC4 “Estudo de uma grandeza física”.	155

CAPÍTULO 1 - Introdução

1.1. Contextualização e relevância do tema

A educação é o motor de desenvolvimento de todas as sociedades. Já em 1990, a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) considerou a Educação para Todos como sendo o cerne do progresso de todos os povos. Atualmente, num Mundo marcado pela globalização económica, informativa, científica e tecnológica,

a educação de todos e ao longo de toda a vida impõe-se a cada indivíduo como necessária ao seu aperfeiçoamento pessoal e profissional, à sua adaptação ao mercado de trabalho e, em última análise, à sobrevivência com qualidade num mundo em constante mudança, dominado pela incerteza quanto ao futuro (Conselho Nacional de Educação, 2011, p. 6).

Desta educação para todos, é parte fundamental a educação em ciências, já que é necessário promover e difundir a literacia científica em todas as sociedades para que se formem cidadãos com melhor capacidade de tomar decisões no que concerne à aplicação dos novos conhecimentos (UNESCO, 1999). Hoolbrook e Rannikmae (2009) corroboram esta necessidade defendendo a importância de uma educação científica multidimensional, que interligue os domínios científicos, pessoais e sociais, e que forneça capacidades e valores apropriados a cidadãos responsáveis, integrantes das sociedades futuras. Neste contexto, a presente investigação considera necessário preparar as crianças e jovens de hoje para um mundo científico e tecnológico em constante mudança, que impõe crescentes exigências no que concerne à integração do mercado de trabalho, à posição proativa e fundamentada dos cidadãos face a problemas de ordem social, económica, ética e ambiental. Especificamente, este trabalho de investigação situa-se no âmbito da educação científica das crianças e visa contribuir para a qualidade do ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza no 2.º CEB.

A escolha do 2.º CEB justifica-se pela importância de que se reveste a faixa etária dos 9 aos 12 anos de idade no que se refere ao desenvolvimento de competências fundamentais, nomeadamente ao desenvolvimento de processos de pensamento abstrato (Adey, 1999). Relembre-se que o Programa PISA (*Programme for International Student Assessment*) aplica os seus testes

de avaliação aos alunos com 15 anos, pelo que importa reconhecer que o ensino e aprendizagem dos 9 aos 12 anos terá importantes repercussões no desenvolvimento dos processos de pensamento avaliados por aquele Programa Internacional.

As crianças de hoje irão, no futuro, tomar decisões diretas sobre os usos da ciência e da tecnologia, pelo que se torna fundamental desenvolver a literacia científica de todas.

Sendo a escola o espaço privilegiado para a formação científica de crianças e jovens, professores e alunos são os agentes principais da educação em ciências, devendo esta começar nos primeiros anos de escolaridade (Pujol, 2003; Sá & Varela, 2004; Worth, 2010). O currículo nacional do ensino básico (CNEB) realçava em 2001 que a literacia científica, isto é, a capacidade para resolver problemas relacionados com a ciência, enquanto cidadão reflexivo (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico - OCDE, 2013), só é alcançável através de um ensino interdisciplinar, que coloque o(a) aluno(a) no centro das aprendizagens e que resulte de uma prática planeada pelo(a) professor(a) e ajustada à faixa etária e contexto escolar dos(as) alunos(as) (Ministério da Educação, 2001). Um indivíduo quando literado cientificamente, está preparado para defender as suas ideias sobre a ciência e a tecnologia de forma fundamentada, tendo competências para explicar fenómenos, avaliar e desenvolver pesquisas e interpretar dados e evidências, de forma científica (OCDE, 2013). Na promoção da literacia científica junto das crianças e jovens é fundamental o papel do professor. A mediação do professor, segundo Weil-Barais e Dumas-Carré (1998), pode ser entendida como o processo fundamental do reconhecimento dos papéis e espaços do professor e dos alunos na sala de aula. Neste estudo, a mediação do professor está direcionada no sentido de promover a aprendizagem dos alunos, devendo o professor ter em atenção os desafios que cada aluno vivencia e os percursos de aprendizagem efetuados (Lopes et al., 2010).

É na escola que se fornecem conhecimentos, experiências e ferramentas para que os alunos possam formar uma opinião crítica e fundamentada relativamente à ciência (Theune, Manaia, Gebhardt, Loreenzi & Haury, 2009). A educação em ciências pretende que a criança desenvolva

atitudes científicas e de aprendizagem ao longo da vida, competências que integrem conhecimento de conteúdo, conhecimento procedimental (de pesquisa, de resolução de problemas e de experimentação), mas também conhecimento epistémico, salientando-se, neste contexto, as competências que incluam pensar criticamente, argumentar e comunicar autonomamente. Tais atitudes, conhecimentos e competências permitirão à criança desenvolver continuamente a compreensão dos fenómenos do mundo, uma atitude positiva perante a ciência e a capacidade de participar, como cidadã, na tomada de decisões relacionadas com questões sócio científicas (Galvão, Reis, Freire & Almeida, 2011; OCDE, 2013; Osborne & Dillon, 2008; Pereira, 1992; Sá & Varela, 2004).

Considerando que é urgente promover uma aprendizagem significativa e autêntica da ciência na escola e no sentido de contribuir para o desenvolvimento das atitudes e competências atrás referidas, a presente investigação mobiliza o modelo de aprendizagem autêntica.

A aprendizagem autêntica é um modelo assente nos princípios do construtivismo, em que o aluno assume o papel de agente principal no processo de aprendizagem, construindo conceitos com significado e relacionando-os com situações de resolução de problemas do dia-a-dia (Knobloch, 2003; Lombardi, 2007). Este modelo, defendido como modelo promissor no desenvolvimento do conhecimento dos alunos, onde estes são envolvidos ativamente e de forma motivadora nesse processo de construção do conhecimento, requer que os alunos desenvolvam tarefas autênticas (Chinn & Malhotra, 2002; Gulikers, Bastiaens & Kirschner, 2006; Herrington, 2006). As tarefas autênticas são as tarefas que os alunos devem desenvolver em contexto de ensino formal ou não formal, e possuem diversas características destacando-se pela relevância que apresentam nesta investigação: o facto de serem tarefas de pesquisa que impliquem o raciocínio científico; contemplem a resolução de problemas reais do dia-a-dia; sejam tarefas parcialmente indefinidas e abertas a múltiplas interpretações; requeiram a utilização de variados recursos (nomeadamente as Tecnologias de Informação e Comunicação), e sejam realizadas num período de tempo definido (Chinn & Malhotra, 2002; Reeves, Herrington & Oliver, 2002; Herrington, 2006).

No desenvolvimento das tarefas autênticas é necessário que o professor apoie o desenvolvimento do pensamento abstrato nas crianças, já que a resolução de problemas e a análise de informação requer um nível de pensamento mais complexo (Lombardi, 2007; Silva, Lopes & Barbot, 2013). As tarefas autênticas podem ser assim potenciadoras do desenvolvimento de pensamentos de ordem superior (mais complexos e abstratos) nas crianças.

Ainda no âmbito das tarefas autênticas importa explicitar o conceito de práticas epistémicas, visto que, as tarefas autênticas, ao implicarem o raciocínio científico, vão englobar processos cognitivos como observar, descrever, formular hipóteses, relacionar previsões com resultados, entre outras, que correspondem a práticas epistémicas (Chinn & Malhota, 2002; Saraiva, Lopes, Cravino & Santos, 2012). Uma prática epistémica é o trabalho desenvolvido pelo aluno para construir conhecimento científico, tendo em conta a atividade que é desenvolvida pelos cientistas (Lopes et al., 2009). Pela análise do desenvolvimento de práticas epistémicas pelos alunos percebe-se se os alunos estão desenvolver competências científicas, objetivo principal do desenvolvimento de tarefas autênticas (Chinn & Malhotra 2002, Lopes et al., 2009).

Para o desenvolvimento das tarefas autênticas e a ocorrência de práticas epistémicas é fundamental a introdução e uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) (Fenton, 2008). O uso de diferentes ferramentas tecnológicas no desenvolvimento das tarefas autênticas pode contribuir para o sucesso das aprendizagens (Herrington & Kervin, 2007; Fenton, 2008). Nesta investigação, teve particular destaque a utilização de sensores eletrónicos. Foram utilizados os sensores em conjunto com os sentidos humanos, na caracterização de diferentes parâmetros ambientais, permitindo que as crianças comparassem dados sensoriais com dados fornecidos pelos sensores, com vista a uma maior compreensão da realidade que as rodeia.

1.2. Objetivo central e questões de investigação

No sentido de contribuir para o desenvolvimento da literacia científica, com o presente trabalho de investigação pretende-se desenvolver conhecimento, nomeadamente novas abordagens, novos cenários e desafios, tendo em vista apoiar a implementação de tarefas autênticas nas Ciências da Natureza no 2.º CEB. Considerando a organização curricular e programas para as Ciências da Natureza no 2.º CEB (Ministério da Educação e Ciência, 2013), e as Metas Curriculares estabelecidas para cada um dos domínios definidos para as Ciências Naturais do 2.º CEB (MEC, 2013), as tarefas autênticas serão desenvolvidas em contextos de caracterização do meio ambiente, interligando grandezas ambientais.

Face ao objetivo central determinado, definiu-se uma investigação qualitativa, reunindo um conjunto de quatro estudos de caso situados em quatro escolas, que apresentam características de Investigação-Ação. Nos estudos de caso, para que as tarefas autênticas conduzam a aprendizagens autênticas, pretende-se que o trabalho experimental seja uma estratégia de excelência utilizada pelos professores no sentido de promover, com os seus alunos, atividades inovadoras, utilizadoras da tecnologia, e que tenham em conta a importância da análise e compreensão das componentes ambientais no seu quotidiano, permitindo desta forma ir ao encontro das orientações dadas pelo Ministério da Educação e Ciência (MEC), relativamente às Ciências da Natureza do 2.º CEB (MEC, 2013). Em contextos de resolução de problemas, apostando no ensino experimental investigativo, investigar-se-á se será possível relacionar conceitos mais concretos já conhecidos pelos alunos com novos conceitos, de considerável grau de abstração, transformando estes em conceitos significativos.

Neste sentido foram formuladas as seguintes questões de investigação (QI):

- **QI1** - Que papéis pode desempenhar a utilização conjunta dos sentidos e dos sensores, nas atividades autênticas de caracterização do meio?

• **Q12** - Que práticas epistêmicas são desenvolvidas pelos alunos na realização de atividades autênticas e qual a mediação do professor nesse processo?

• **Q13** - As atividades autênticas propiciam a significação de conceitos abstratos pelas crianças?

• **Q14** - Que dificuldades e que desafios sentem os professores na implementação de tarefas autênticas?

1.3. Estrutura da tese

O estudo que aqui se apresenta está organizado em diferentes secções: o Capítulo 1, que corresponde à Introdução, inclui a contextualização e a importância do estudo, o objetivo central e as questões de investigação e uma descrição do conteúdo de cada uma das secções que o compõem. Segue-se o Capítulo 2, onde se encontra o referencial teórico e os fundamentos do estudo que sustenta toda a investigação. No Capítulo 3 são apresentadas e fundamentadas as opções metodológicas da presente investigação. São descritas e caracterizadas as fases que constituíram o estudo (descrição dos estudos exploratórios, e descrição dos quatro estudos de caso integrantes do trabalho de investigação), e apresentam-se as técnicas de recolha de dados decorrentes do problema e das questões de investigação associadas. O Capítulo 4 corresponde à apresentação, tratamento e discussão dos resultados obtidos nos estudos de caso. No Capítulo 5 procede-se à apresentação e análise das dificuldades e desafios sentidas pelas professoras participantes dos quatro estudos de caso. No Capítulo 6 inicialmente são apresentadas as conclusões relativas às questões de investigação, seguindo-se os contributos da investigação, e por fim as limitações do estudo e sugestões para trabalhos futuros. Por último, encontra-se a lista das Referências, seguindo-se o conjunto dos apêndices que integram materiais usados nas tarefas autênticas atribuídas aos alunos.

CAPÍTULO 2 – Referencial teórico e fundamentos do estudo

Neste capítulo será feito o levantamento teórico que fundamenta a problemática desta investigação. Na primeira parte será feito um enquadramento teórico sobre o Ensino Experimental e a Educação em Ciências, tendo em conta as orientações internacionais e nacionais. Numa segunda parte será caracterizada a Aprendizagem Autêntica, enquanto abordagem de ensino promissora no Ensino Experimental das Ciências.

2.1. Ensino Experimental e Educação em Ciências

Os progressos científicos e tecnológicos no domínio das Ciências da Vida e do Ambiente verificam-se diariamente e ocorrem a um ritmo vertiginoso. Graças a estes avanços o nosso modo de vida e a nossa sociedade estão em rápida transformação. As aplicações dos desenvolvimentos científicos e tecnológicos em diferentes áreas como a Medicina, a Indústria Farmacêutica e Alimentar, o Setor Energético, o Sistema Judicial, entre outras, são cada vez maiores e mais eficientes. A qualidade de vida que nos proporcionam é inegável, a nossa dependência uma realidade. É assim essencial que exista a capacidade de traduzir o conhecimento em novos produtos, processos e serviços que, por sua vez, gerarão benefícios para a sociedade, empregos especializados e prosperidade (Comunicação da Comissão Europeia, 2002).

Neste sentido, num mundo onde a Ciência e a Tecnologia incidem cada vez mais na vida quotidiana do indivíduo e da sociedade em geral, a escola passa a desempenhar um importante papel na formação dos cidadãos, disponibilizando conhecimentos científicos e técnicos, mas também permitindo o desenvolvimento de atitudes suscetíveis de assegurar aos cidadãos do futuro a aplicação e o usufruto desses conhecimentos (MEC, 2012).

Segundo Veríssimo e Ribeiro (2001, p. 155), a educação em ciências no início do século XXI é prioritária por três ordens de razões:

- a) Para um aprofundamento dos modelos democráticos de decisão e quiçá pela própria sobrevivência da Democracia.

b) Para o desenvolvimento de capacidades e aquisição de competências, que podem propiciar aos indivíduos uma melhor competitividade na sociedade do futuro e, assim, melhorar a qualidade dos cidadãos.

c) Para promover o contacto dos indivíduos com um sistema de valores, de modo a permitir a escolha e assunção livre de atitudes.

A importância dada à educação em ciências é ainda evidente no documento *A ciência para o século XXI*, publicado pela UNESCO em 2003, uma vez que é defendido

que o acesso ao conhecimento científico, a partir de uma idade muito precoce, faz parte do direito à educação de todos os homens e mulheres, e que a educação científica é de importância essencial para o desenvolvimento humano, para a criação de capacidade científica endógena e para que tenhamos cidadãos participantes e informados. (p.29)

Também Hodson (2009) afirma que os indivíduos que possuam uma literacia científica e tecnológica desenvolvida, têm acesso a um leque alargado de oportunidades de emprego e estão aptos a responderem positivamente e com competência, à introdução de novas tecnologias no local de trabalho. São capazes de lidar melhor com as exigências do dia-a-dia, numa sociedade dominada pela tecnologia, e de tomar decisões fundamentadas relativamente a questões de saúde, segurança e económicas.

Pode-se assim constatar que o ensino das ciências no dias de hoje, se depara com novos desafios, relacionados com:

- aquisição de conhecimentos de Ciências de forma contextualizada, no sentido do aluno compreender e atuar de forma mais adequada no meio físico e natural;
- criação de condições para o aluno poder participar democraticamente como cidadão responsável, crítico e autónomo na sociedade atual;
- preparação para estar melhor adaptado a um mundo dominado pela tecnologia e compreender melhor a sociedade da informação em que vive, repleta de questões de natureza científica;
- compreensão dos processos de construção do conhecimento científico, procurando evitar visões deformadas;
- adoção de uma atitude crítica, responsável e criativa para enfrentar a realidade a fim de prever, avaliar e decidir sobre questões de natureza científica. (Sousa 2012, p. 8)

Em 2001 a Comissão Europeia analisou o grau de interesse dos cidadãos europeus sobre Ciência e Tecnologia e constatou que a maioria dos europeus está pouco interessada (52,2%), existindo outras áreas como o

desporto e a cultura que despertam mais a atenção dos cidadãos da União Europeia (ver Tabela 1) (Eurobarometer 55.2, 2001).

Tabela 1 – Respostas à questão “Está muito ou pouco interessado nos seguintes assuntos?” dadas pelos cidadãos dos 15 estados-membros da União Europeia, adaptado de Eurobarometer 55.2, 2001.

Áreas	Muito Interessado	Pouco Interessado	Não responde
Desporto	54,3	44,7	1,0
Cultura	56,9	40,8	2,3
Ciência e Tecnologia	45,3	52,2	2,4
Política	41,3	57,0	1,7
Economia e Finanças	37,9	59,8	2,3

Relativamente às áreas da Ciência e Tecnologia em que os europeus demonstram mais interesse, essas estão relacionadas com a Medicina (60,3%) e com o Ambiente (51,6%). Apenas 22,2% dos europeus dizem estar interessados em assuntos relacionados com a Genética (Eurobarometer 55.2, 2001).

Em 2010 a Comissão Europeia analisou novamente o grau de interesse dos cidadãos europeus sobre Ciência e Tecnologia. A área relativa aos problemas ambientais foi aquela que mais despertou a atenção dos cidadãos da União Europeia (ver Tabela 2) (Special Eurobarometer 340, 2010).

Tabela 2 - Respostas à questão “Está muito ou pouco interessado nos seguintes assuntos?” dadas pelos cidadãos dos 27 estados-membros da União Europeia, adaptado de Special Eurobarometer 340, 2010.

Áreas	Muito Interessado	Moderadamente interessado	Nada Interessado	Não responde
Problemas ambientais	37	51	11	1,0
Novas descobertas na medicina	32	50	17	1,0
Novas descobertas científicas e desenvolvimento tecnológico	30	49	20	1,0

Desporto	25	40	35	0
Cultura e artes	20	49	30	1,0
Política	18	50	31	1,0

Pela análise da Tabela 2 podemos concluir que 88% dos cidadãos dos 27 estados-membros da União Europeia estão muito ou moderadamente interessados nos problemas ambientais, seguindo-se o interesse pelas descobertas médicas (82%) e pelas descobertas científicas e desenvolvimento tecnológico (79%).

Em 2001, o Eurobarómetro 55.2 analisou as opiniões dos cidadãos europeus sobre a falta de interesse dos jovens na Ciência e em seguir carreiras científicas. A tabela 3 regista as respostas:

Tabela 3 - Respostas à questão “Qual pensa ser a principal razão para a falta de interesse dos jovens na Ciência e em seguir carreiras científicas?” dadas pelos cidadãos dos 15 estados-membros da União Europeia, adaptado de Eurobarometer 55.2, 2001.

“Qual pensa ser a principal razão ou razões para a falta de interesse dos jovens na Ciência e em seguir carreiras científicas?”	Principal razão	Em segundo lugar	Em terceiro lugar	Total
As aulas de Ciências na escola não são suficientemente apelativas.	25,2	19,6	14,7	59,5
Os conteúdos científicos são demasiado difíceis.	19,8	21,8	13,4	55,0
Os jovens estão menos interessados em trabalhar nessas áreas.	14,5	15,6	19,5	49,6
Os salários e as perspetivas de carreira não são suficientemente atrativos nessas áreas.	14,5	15,1	12,9	42,5
Nenhuma razão (espontâneo).	2,4	15,7	20,7	38,8
A imagem da Ciência é demasiado negativa.	10,1	8,1	11,8	30,0
Não sei.	12,2	0,9	2,0	4,2

A partir dos resultados da Tabela 3 percebe-se que, para a maioria dos europeus, as aulas de Ciências pouco apelativas são a principal razão para a falta de interesse dos jovens na Ciência. Embora em 2010 esta questão não

tenha sido analisada pelo Special Eurobarometer 340, o que não nos permite analisar até que ponto houve uma alteração significativa desta situação, dados revelados pelo mesmo Eurobarómetro mostra-nos que embora o interesse demonstrado pelos europeus pela Ciência e Tecnologia tenha aumentado significativamente desde 2001, em Portugal esse interesse é considerado ainda reduzido:

there are six countries where more than one third of respondents are not at all interested in scientific discoveries and technological developments. The countries are Poland (34%), Portugal (35%), Bulgaria (36%), Romania and Lithuania (37% each) and finally Turkey, where 45% of respondents are not at all interested in scientific discoveries and technological developments. (Special Eurobarometer 340, 2010, p.10).

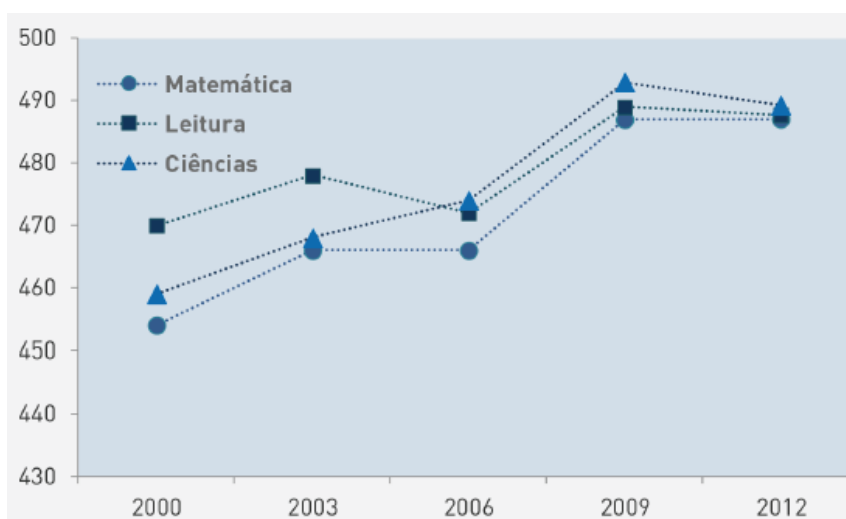
Este facto revela que há ainda muito a fazer no campo da educação em Ciências. O presidente do Grupo de Alto Nível para a Educação Científica, Michel Rocard, na publicação “*Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*”, (Rocard et al., 2007), lança o alerta para o facto de a Europa ter o seu futuro comprometido se não tomar medidas relativamente à educação científica da população, correndo o risco de ficar para trás no que concerne à investigação e inovação. Nesta publicação é sugerido que se realize uma inovação pedagógica no ensino, introduzindo nas escolas métodos baseados na investigação, e se aposte na formação de professores, de forma a melhorar as suas práticas pedagógicas (Rocard et al., 2007). Também Osborne e Dillon (2008) apresentam um conjunto de recomendações no sentido de se promover um maior e efetivo interesse dos mais jovens pela ciência. Partindo da ideia consensual, surgida nas últimas duas décadas, de que a ciência deve ser uma área de conhecimento a desenvolver nas escolas, estes autores recomendam que o primeiro objetivo da educação em ciências na União Europeia deve ser educar os alunos sobre as principais explicações que a ciência oferece relativamente ao mundo material e sobre a forma como a ciência funciona. A educação em ciências deve ter grande ênfase logo no ensino primário, já que estudos revelam que a maioria dos alunos desenvolve o seu interesse pela ciência antes dos 14 anos; os currículos e a forma de organização e ensino dos mesmos devem ser inovados de forma a serem mais motivadores; a educação em ciências deve incidir na experimentação e no papel ativo do aluno, em detrimento de uma educação baseada

fundamentalmente na aquisição de conceitos; uma boa qualificação profissional dos professores, e a atualização pedagógica e científica permanente constituem a base de qualquer sistema de educação em ciências pelo que é obrigatória a aposta na formação docente; as políticas governamentais europeias devem apostar na investigação da educação em ciências, no sentido de “develop items and methods that assess the skills, knowledge and competencies expected of a scientifically literate citizen.” (Osborne & Dillon, 2008, p.9).

O *Programme for International Student Assessment* (PISA) é um programa lançado pela OCDE, em 1997, que visa monitorizar, de 3 em 3 anos, os resultados dos sistemas educativos em termos de desempenho dos alunos em três áreas do conhecimento – Leitura, Matemática e Ciências (GAVE, 2010). A sua importância pode ser ilustrada pelo facto de os resultados dos estudos PISA serem tomados como referência para verificar o desenvolvimento obtido nas competências-chave definidas na Estratégia 2020, da União Europeia, e nas Metas Educativas 2021, da Organização de Estados Ibero-americanos (GAVE, 2010).

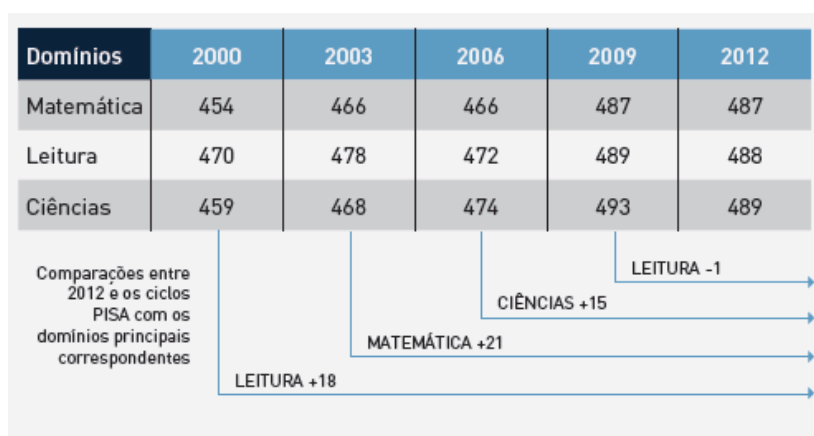
Tendo em conta os resultados nacionais ao longo dos 12 anos em que Portugal integra o PISA, constata-se um padrão evolutivo nos três domínios avaliados (matemática, leitura e ciências), sendo evidente uma subida mais acentuada entre 2000 e 2003 (ver Figura 1).

Figura 1 - Resultados de Portugal, por domínio, nos cinco ciclos PISA
Fonte: MEC, 2014



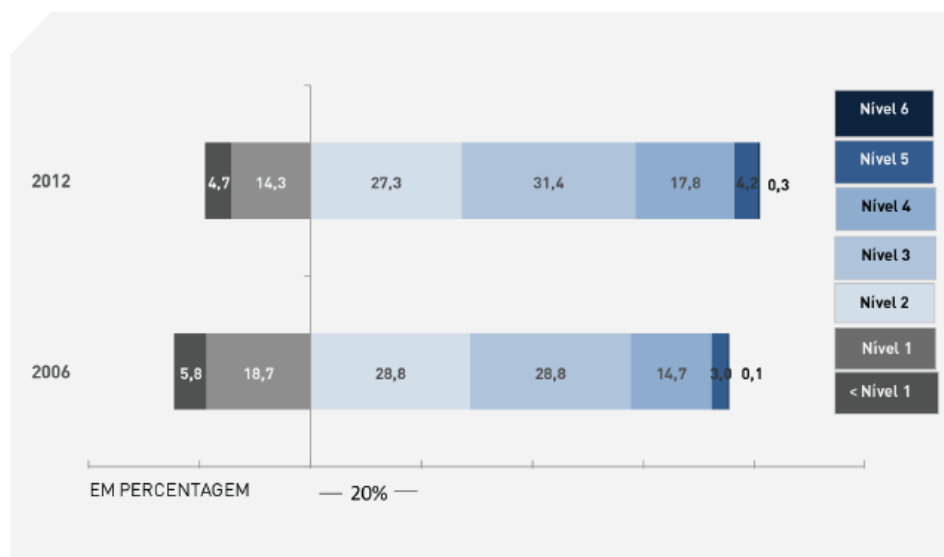
Os resultados são apresentados segundo uma escala de níveis de proficiência, que variam de 1 a 6: o nível 1 é o mais baixo nível de proficiência e o nível 6 o mais elevado. A cada nível de proficiência corresponde “uma descrição do tipo de conhecimentos e capacidades que são necessários mobilizar para responder corretamente às tarefas que lhe estão associadas.” (MEC, 2014a, p.16). Os alunos que apresentam desempenhos de nível 1 são designados de *Low Performers*, e os que apresentam resultados de nível 5 e 6 de *Top Performers*. Entre 2006 e 2009 a percentagem de alunos com desempenhos de nível 1 e inferior a 1 diminuiu e a percentagem de alunos com desempenhos de nível 3, 4, 5 e 6 aumentou (OCDE, 2009). Os resultados presentes no relatório PISA 2012, revelam que, quando comparados os ciclos de 2006 e 2012, há percentagens mais elevadas de alunos nos níveis superiores de proficiências, e uma redução da percentagem de alunos nos níveis de proficiência elementar (nível 1). No entanto, quando comparados os resultados de 2012 com o ciclo anterior, 2009, verifica-se uma tendência menos positiva, e embora tenha havido um ligeiro aumento da percentagem de alunos com desempenhos de níveis superiores, aumentou também a percentagem de alunos *low performers* (2,5%). Em termos pontuais verifica-se um decréscimo de 4 pontos em relação a 2009 (ver Figura 2).

Figura 2 - Resultados de Portugal, por domínio, nos cinco ciclos PISA
 Fonte: MEC, 2014a



Em suma, os resultados do PISA 2012 indicam que, no domínio das ciências, 81% de alunos portugueses alcançaram o nível de proficiência 2 ou superior, sendo 4,5% *top performers*, como é visível na Figura 3.

Figura 3 - Distribuição dos resultados de Portugal por nível de proficiência nos ciclos 2006 e 2012 – Domínio Ciências.
 Fonte: MEC, 2014a



É este padrão evolutivo e de progressão que se pretende continuar a realizar já que a Europa necessita de um leque vasto e qualificado de cientistas para que possa assegurar o seu desenvolvimento socioeconómico (European Commission, 2002).

Em suma, é necessário tornar os jovens mais interessados na Ciência para que, munidos de conhecimentos e competências científicas, possam agir como cidadãos responsáveis nas tomadas de decisão quotidianas, que estão relacionadas com a Ciência e a Tecnologia, e possam enveredar por carreiras científicas promotoras do desenvolvimento do país e da sociedade.

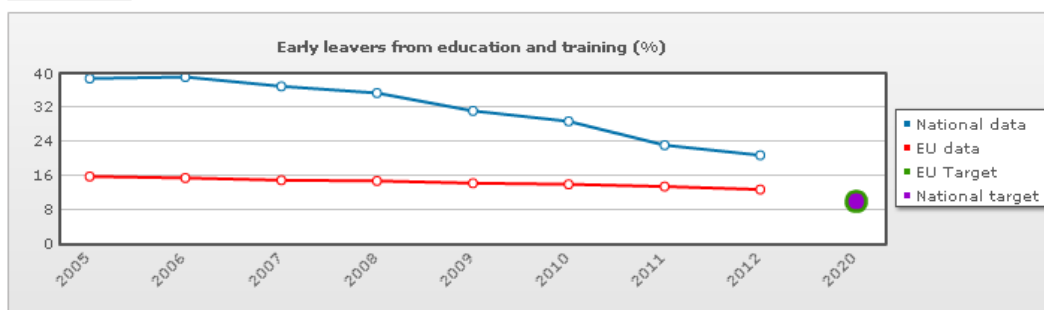
2.1.1. O ensino das Ciências em Portugal e a sua importância no 1.º e 2.º CEB

Os principais objetivos definidos na Estratégia 2020, da União Europeia, na área da Educação são reduzir a taxa de abandono escolar precoce para menos de 10% e aumentar para, pelo menos, 40% a percentagem da

população na faixa etária dos 30-34 anos que possui um diploma do ensino superior (Comissão Europeia, 2013). Concretamente em Portugal, tem-se verificado uma diminuição significativa do abandono escolar nos últimos anos, embora ainda não se tenha atingido a percentagem definida na Estratégia 2020 (ver Figura 4) (Comissão Europeia, 2013).

Figura 4 - Taxa de abandono escolar precoce em Portugal de 2005 a 2012.
Fonte: Comissão Europeia, 2013

Portugal

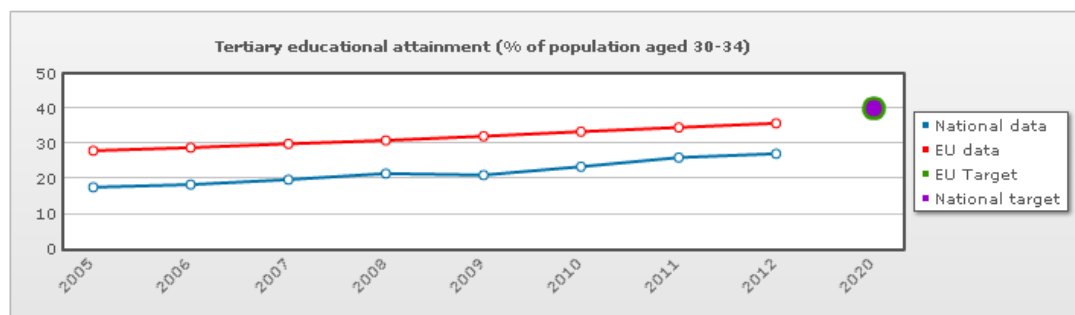


Relativamente à percentagem de cidadãos com idade compreendida entre os 30-34 anos que possuem formação superior, tendencialmente esta tem vindo a aumentar (ver Figura 5) (Comissão Europeia, 2013).

Figura 5 - Percentagem de cidadãos com idade entre os 30 e 34 anos, que possuem formação superior.

Fonte: Comissão Europeia, 2013

Portugal



Este progresso verificado em termos da diminuição do abandono escolar precoce e de um aumento da formação superior na população em Portugal, deve ser acompanhado por uma maior tomada de consciência para a importância de investir cada vez mais na educação em ciências, uma vez que, como referido anteriormente, esta é fundamental para o desenvolvimento dos países. Para que se alcancem os níveis desejados de literacia científica em Portugal e no Mundo, é necessário melhorar os processos de pensamento das crianças nas escolas de ensino básico (Brites, Calado, Estêvão, Carvalho & Conceição, 2011; OCDE, 2010). A Lei n.º 46/86 relativa à Lei de Bases do Sistema Educativo (1986) realça, nos seus princípios gerais, o papel da educação em ciências na “formação de cidadãos livres, responsáveis, autónomos e solidários” e “capazes de julgarem com espírito crítico e criativo o meio social em que se integram e de se empenharem na sua transformação progressiva” (p. 3068). De facto, nos últimos anos, tem havido uma maior preocupação no que concerne ao aumento da literacia científica da população, nomeadamente dos mais jovens. Um dos compromissos assumidos na XIX Conferência Ibero-Americana de Ministros da Educação, corrobora esta preocupação, uma vez que Portugal comprometeu-se nessa mesma conferência “a estimular as vocações precoces das crianças e dos jovens no âmbito da ciência e da tecnologia, com o objetivo de garantir a formação e a transição de novas gerações de investigadores e cientistas” (Ministério da Educação, 2009, p. 3). Ao analisar o Currículo Nacional do Ensino Básico verifica-se que o ensino da Ciência e da Tecnologia era já advogado como fundamental, uma vez que:

O papel da Ciência e da Tecnologia no nosso dia-a-dia exige uma população com conhecimento e compreensão suficientes para entender e seguir debates sobre temas científicos e tecnológicos e envolver-se em questões que estes temas colocam, quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo. (ME, 2001, p. 129).

Apesar do CNEB (2001), estar atualmente revogado, muitos dos seus princípios orientadores continuam válidos e atuais, já que estão de acordo com as orientações internacionais dadas para a área da educação em ciência. De referir, que o atual Ministério da Educação e Ciência, definiu em 2013, metas

curriculares para as diferentes disciplinas do ensino básico, que visam substituir os objetivos definidos pelo CNEB (2001). No entanto, até ao momento, não forneceu qualquer outro tipo de documento com orientações mais detalhadas e substitutas das contidas no CNEB (2001). Assim, no presente trabalho de investigação, serão tidas em conta, informações relevantes para o ensino das ciências que estão presentes nesse mesmo documento.

O ensino das ciências no ensino básico permitirá que os alunos sintam curiosidade pelo mundo natural, o admirem e se sintam motivados e interessados pela Ciência (ME, 2001). Por outro lado, permitirá a possibilidade de estes compreenderem a forma como se faz investigação científica, e assim sentirem “confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas” (ME, 2001, p. 115). Ao terem uma formação científica, os alunos poderão questionar o comportamento humano e analisarem de que forma a Ciência e a Tecnologia têm impacto nas diferentes vertentes da nossa sociedade (ME, 2001, p. 115).

O professor, peça integrante no processo de aprendizagem, deve assim desenvolver ações que potenciem a aprendizagem na área das Ciências, de que são exemplo:

- Abordar os conteúdos da área do saber com base em situações e problemas;
- Rentabilizar as questões emergentes do quotidiano e da vida do aluno;
- Organizar o ensino prevendo a experimentação de técnicas, instrumentos e formas de trabalho diversificadas;
- Rentabilizar as potencialidades das tecnologias de informação e de comunicação no uso adequado de diferentes linguagens;
- Promover intencionalmente, na sala de aula e fora dela, atividades que permitam ao aluno fazer escolhas, confrontar pontos de vista e resolver problemas (CNEB, 2001, p. 114).

No CNEB são ainda dadas orientações relativamente às estratégias que devem ser levadas a cabo para que “os conhecimentos científicos sejam compreendidos pelos alunos em estreita relação com a realidade que os rodeia”, entre as quais se destaca a realização de atividades de carácter experimental onde possam usar diferentes instrumentos de observação e medida (ME, 2001, p. 131). Estas atividades experimentais devem ter como base problemas que se pretendem investigar, e não devem servir apenas como

formas demonstrativas de determinado fenómeno: a formulação de hipóteses, a previsão de resultados, a observação e a explicação devem estar sempre presentes em qualquer atividade experimental (ME, 2001).

Martins e Veiga (1999) defendem que a alfabetização científica é um dos grandes desafios da escolaridade básica. Os currículos escolares desempenham um papel importante nesta alfabetização e devem ser desenhados de forma a que os alunos possam construir “um corpo de saberes científicos que lhes permitam compreender o mundo que os rodeia, acompanhar questões de natureza científica com implicações sociais e tomar decisões democráticas de modo consciente e informado” (Sousa, 2012, p.10).

Em 2013, como referido anteriormente, foram definidas pelo Ministério de Educação e Ciência, as metas curriculares para o ensino básico. Estas “estabelecem aquilo que pode ser considerado como aprendizagem essencial a realizar pelos alunos, em cada um dos anos de escolaridade, ou ciclos do ensino básico” e “ajudam a encontrar os meios necessários para que os alunos desenvolvam as capacidades e adquiram os conhecimentos indispensáveis ao prosseguimento dos seus estudos e às necessidades da sociedade atual” (MEC, 2013, p.1). Para cada ano de escolaridade, são apresentados objetivos gerais para os domínios ou subdomínios definidos. Estes objetivos gerais são especificados em vários descritores. A Tabela 4 exemplifica algumas das metas curriculares definidas para as Ciências Naturais do 2.º CEB, particularmente as que apontam para o recurso ao trabalho prático, de pesquisa, debate de ideias e à utilização das TIC.

Tabela 4 - Exemplos de Metas Curriculares estabelecidas para cada um dos domínios definidos para as Ciências Naturais do 2.º CEB, adaptado de MEC: Metas Curriculares 2013.

Metas Curriculares – Ciências Naturais, 2.º CEB			
Ano	Domínio	Subdomínios	Exemplos de Metas Curriculares (descritores)
5º	A água, o ar, as rochas e o solo – materiais terrestres	A importância das rochas e do solo na manutenção da vida	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar os componentes e as propriedades do solo, com base em atividades práticas laboratoriais. - Associar alguns métodos e instrumentos usados na agricultura ao avanço científico e tecnológico.
		A importância da água para os seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar propriedades da água, com base em atividades práticas laboratoriais. - Apresentar exemplos que evidenciem a existência de água em todos os seres vivos, através da consulta de documentos diversificados.
		A importância do ar para os seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar as propriedades do ar e de alguns dos seus constituintes, com base em atividades práticas.
	Diversidade de seres vivos e suas interações com o meio	Diversidade nos animais	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentar exemplos de meios onde vivem os animais, com base em documentos diversificados. - Descrever a influência da água, da luz, e da temperatura no comportamento dos animais, através do controlo de variáveis em laboratório. - Indicar exemplos da biodiversidade animal existente na Terra, com base em documentos diversificados.
		Diversidade nas plantas	<ul style="list-style-type: none"> - Testar a influência da água e da luz no crescimento das plantas, através do controlo de variáveis, em laboratório. - Indicar exemplos de biodiversidade vegetal existente na Terra, com base em documentos diversos.

Metas Curriculares – Ciências Naturais, 2.º CEB			
Ano	Domínio	Subdomínios	Exemplos de Metas Curriculares (descritores)
	Unidade na diversidade de seres vivos	Célula – unidade básica da vida	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever o contributo de dois cientistas para a evolução do microscópio ótico, destacando a importância da tecnologia no avanço do conhecimento científico. - Realizar observações diversas usando o microscópio ótico, de acordo com as regras de utilização estabelecidas. - Esquematizar as observações microscópicas realizadas, através de versões simplificadas de relatórios.
6º	Processos vitais comuns aos seres vivos	Trocas nutricionais entre o organismo e o meio: nos animais	<ul style="list-style-type: none"> - Discutir, criticamente, ementas fornecidas. - Interpretar informação veiculada nos média, que pode condicionar os hábitos alimentares. - Reconhecer a importância da ciência e da tecnologia na evolução dos produtos alimentares e na sua conservação.
		Trocas nutricionais entre o organismo e o meio: nas plantas	<ul style="list-style-type: none"> - Indicar fatores que influenciam o processo fotossintético, com base em atividades práticas laboratoriais. - Identificar alguns glícidos e lípidos em órgãos de plantas, através de atividades práticas laboratoriais. - Descrever diferentes utilizações das plantas na sociedade atual, com base em pesquisa orientada.
		Transmissão de vida: reprodução nas plantas	<ul style="list-style-type: none"> - Enunciar as condições necessárias à germinação de uma semente, através da realização de atividades práticas.
	Agressões do meio e integridade do organismo	Microrganismos	<ul style="list-style-type: none"> - Descrever a influência de alguns fatores do meio no desenvolvimento de microrganismos, através de atividades práticas. - Discutir o uso adequado de antibióticos e de medicamentos de venda livre.

Pela análise das metas curriculares definidas pelo MEC, e presentes na Tabela 4, podemos constatar que não é dada muita importância ao desenvolvimento do pensamento científico dos alunos (estes não são incentivados a, por exemplo, equacionar problemas, formular e testar hipóteses, fazer previsões, analisar resultados e retirar conclusões), não havendo igualmente uma aposta na realização de atividades experimentais. As atividades práticas sugeridas são mais de caráter demonstrativo e não de índole experimental, contrariando as orientações internacionais e as conclusões de investigações feitas na área da educação em ciências (Chinn & Malhotra, 2002; Lopes et al., 2010), que defendem, um ensino das ciências que reproduza o trabalho desenvolvido pelos cientistas, no sentido de munir os alunos com um conjunto de competências que lhes permita tomar decisões fundamentadas, compreender melhor o mundo que os rodeia e resolver problemas do dia-a-dia (Moreira, 2006; Sá, 2002; UNESCO, 2003).

Relativamente à área curricular de Estudo do Meio, do 1.º CEB, área onde se promove o ensino experimental das ciências, não foram definidas, até ao momento, metas curriculares, pelo que as metas orientadoras para esta área curricular se mantêm as metas de aprendizagem definidas em 2010. Cada uma das metas finais de ciclo é definida para cada um dos subdomínios (ou subtemas). Dentro de cada subdomínio há vários tópicos “cada um deles correspondendo a aprendizagens específicas traduzidas em enunciados de cariz analítico, designados por Metas intermédias”. (ME, 2010). No final do 1.º CEB os alunos devem ser capazes de, entre outras, alcançar e evidenciar as seguintes aprendizagens para a área curricular de Estudo do Meio:

- O aluno mobiliza informação recolhida sobre fenómenos geográficos (exemplos: cursos de água; serras; áreas funcionais; ocupação do espaço agrícola; atividades industriais; qualidade ambiental) na descrição de lugares e regiões.
- O aluno seleciona informação sobre problemas ambientais e sociais (trânsito, resíduos sólidos urbanos, a pobreza, poluição da água...).
- O aluno estrutura, comunica e debate conhecimentos sobre o meio natural e social, utilizando as TIC como recurso.
- O aluno descreve processos laboratoriais para fornecer diferentes evidências sobre o ar e a luz.
- O aluno demonstra pensamento científico (prevendo, planificando, experimentando...) explicitando os diferentes fatores (variáveis) que podem influenciar as características e fenómenos estudados.

- O aluno distingue diferentes partes constituintes de diversos dispositivos (bússolas, balanças, termômetros, cronômetros, lupa de mão e binocular) e constrói alguns deles.
- O aluno evidencia o uso correto, em condições concretas, de equipamentos (exemplos: termômetro, lupa, máquina fotográfica, gravador, de som e vídeo,...), segundo instruções fornecidas.
- O aluno analisa problemas naturais e sociais associados a alterações nos ecossistemas. (ME, 2010).

De referir que, nas metas de aprendizagem definidas para esta área curricular, é evidente a preocupação para que os alunos, desde os primeiros anos de escolaridade, desenvolvam o pensamento científico, através da realização de atividades experimentais onde analisem problemas, façam previsões, planifiquem, controlem e manipulem variáveis, manipulem objetos... É dado também especial destaque à recolha, análise e tratamento de informação por parte dos alunos, bem como da comunicação dos conhecimentos à comunidade, recorrendo às TIC.

A necessidade da educação em ciências na escola está reconhecida pela maioria dos países, não havendo dúvidas, hoje em dia, sobre a sua importância (Pujol, 2003). A educação em ciências, das crianças em particular, é importante por várias razões e tem sido defendido por vários autores (Afonso, 2008; Moreira, 2006; Osborne & Dillon, 2008; Pires, 2002; Pujol, 2003; Sá, 2002; Veiga, 2003; Worth, 2010). A primeira razão que se pode referir é o facto de capacitar as crianças a se tornarem cientificamente literadas (Millar & Osborne, 2007). Por outro lado, e segundo os mesmos autores, desenvolve a curiosidade inata das crianças sobre o ambiente natural, despoletando a capacidade de pensar e questionar sobre evidências, mobilizando conceitos e ideias claras e precisas. A educação em ciências também permite equipar as crianças com ferramentas cognitivas e de resolução de problemas que lhes serão úteis no futuro (ALL, 2012). Considerando os produtos da ciência e da tecnologia verifica-se que estes são essenciais e imprescindíveis para os cidadãos, pelo que se torna necessário educar as gerações futuras de cientistas e técnicos que mantenham e melhorem as ferramentas e sistemas tecnológicos de que necessitamos para viver e resolver problemas (Millar & Osborne, 2007). Esta ideia é corroborada por Moreira (2006, p.145), quando afirma que “Aprender sobre Ciências e Tecnologia é adquirir o passaporte para

a compreensão do mundo em que se vive e, assim, adaptar-se cada vez mais a ele”.

As crianças, desde o início das suas vidas, vão configurando maneiras de ver o mundo, que constituem modelos sobre os fenómenos físicos e naturais (Pujol, 2003). A curiosidade, imaginação e criatividade são características muito espontâneas nas crianças, e estas características são importantíssimas no processo de aprendizagem, no processo de evolução das suas formas de ver o mundo, com a forma como a ciência vê e descreve esse mesmo mundo já que, como afirma Pujol (2003),

El espíritu científico nace de la curiosidade, del querer conocer lo que es desconocido. La tarea científica precisa de la creatividad y la imaginación, así como del rigor y la perseverancia, para definir los problemas, para diseñar estrategias experimentales y para establecer relaciones entre los resultados obtenidos y entre éstos y las ideas. (p.53)

Uma educação científica desde os primeiros anos de escolaridade, inclusive no ensino pré-escolar, como defende Worth (2010), pode ter um impacto significativo nas aprendizagens futuras da criança e permitirá que esta compreenda os fenómenos e acontecimentos do mundo físico e social do qual faz parte (Pereira, 1992); desenvolva competências de pensar e aprender, a autonomia e a capacidade de tomar decisões (Pujol, 2003; Sá & Varela, 2004; Worth, 2010); aprofunde capacidades de pensamento criativo, crítico e metacognitivo, úteis em diferentes disciplinas, contextos e situações (Martins et al., 2007) e desenvolva competências cognitivas e sócio afetivas de elevado grau de abstração (Pires, 2002). Veiga (2003, p.19) afirma que a função da educação em ciência nos primeiros anos de escolaridade “é contribuir para que as crianças venham a tornar-se capazes de estabelecer relações entre saberes particulares, saberes disciplinares, saberes aprendidos fora da escola e conhecimentos globais”. Sá (2002), na mesma linha de pensamento defende que:

A ciência pode ajudar as crianças a pensar logicamente sobre o dia-a-dia e a resolver problemas práticos simples. Tais competências intelectuais serão úteis para elas onde quer que vivam e independentemente da profissão que vierem a ter; - o ensino das ciências promove o desenvolvimento cognitivo; - a escola primária é terminal para muitas crianças em muitos países, e constitui portanto a única oportunidade para explorarem o ambiente de forma lógica e sistemática. (p.32)

Tendo em conta a importância do ensino das ciências nas crianças, entre 2006 e 2010, decorreu em Portugal o Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências (PFEEC) para professores do 1ºCEB. Este programa de formação teve como finalidade desenvolver competências profissionais dos professores do 1ºCEB, para que aumentassem os níveis de literacia científica dos alunos (MEC, 2014b). O estudo de avaliação concluído em 2011, sobre o impacto deste programa de formação, permitiu concluir que, os professores, após a formação, passaram a recorrer a atividades experimentais com controlo de variáveis, a debates na turma, a exercícios práticos, a experiências de verificação e sensoriais, a saídas de campo, trabalho de projeto, a exposição oral de temas com recurso a cartazes, transparências, esquemas no quadro, em vez da simples exposição oral de conteúdos. Os professores passaram a incorporar nas suas práticas docentes as etapas fundamentais de uma atividade experimental (contextualização da atividade, problematização e formulação da questão-problema, preparação dos recursos adequados à realização da experiência, execução da experiência, registo de dados, análise e discussão dos dados, sistematização das conclusões, resposta à questão-problema). A avaliação dos alunos pelos professores, também sofreu mudanças, uma vez que os professores referem que, após o programa de formação, passaram a implementar múltiplas estratégias de participação dos alunos no processo de avaliação. Relativamente ao impacto do PFEEC nas aprendizagens dos alunos, analisaram-se dois grupos de alunos, um grupo experimental (GE), que teve professores integrados neste programa de formação e um outro grupo em que tal não se verificou e que portanto serviu de grupo de controlo (GC). Não foram evidentes as diferenças entre os dois grupos analisados, uma vez que a diferença amostral não foi suficiente para afirmar que as classificações do GE diferiam significativamente das dos alunos do GC. No entanto, e tendo em conta as melhores classificações obtidas no GE e no GC, verificou-se que as melhores classificações foram globalmente superiores no GE. Pelo exposto, faz sentido que o MEC aposte neste tipo de programas de formação, já que, são inúmeras as vantagens deste tipo de iniciativas, quer para professores, quer para os alunos.

Em suma, a Educação em Ciência é fundamental na atualidade, pois permitirá formar cidadãos informados, com sentido de responsabilidade, capazes de analisar e resolver os problemas, tomar decisões de forma fundamentada, participando de forma ativa e crítica na sociedade.

2.1.2. O trabalho experimental e o ensino das Ciências

Antes de nos debruçarmos um pouco mais sobre o trabalho experimental e a sua importância, será conveniente fazer a distinção entre trabalho prático, trabalho laboratorial e trabalho experimental. O termo trabalho prático (TP) “aplica-se a todas as situações em que o aluno está ativamente envolvido na realização de uma tarefa, que pode ser ou não de tipo laboratorial” (Martins et al., 2007, p. 36). O trabalho laboratorial (TL) por sua vez é relativo ao “conjunto de atividades que decorrem no laboratório, com equipamentos próprios ou com estes mesmos equipamentos em outro local, se isso não acarretar risco para a saúde e/ou segurança” (Martins et al., 2007, p. 36). Já o termo trabalho experimental (TE) “aplica-se às atividades práticas onde há manipulação de variáveis” (Martins et al., 2007, p. 36). Estes três tipos de atividades estão muitas vezes relacionados e “referem-se a atividades cujas características podem ou não confluir simultaneamente na mesma” (Martins I. et al., 2007, p. 36).

Hoje em dia, estes três tipos de atividades são desenvolvidos, muitas vezes em conjunto, para um eficiente ensino das Ciências. A importância da sua aplicabilidade com os alunos é, por excelência, um ponto de debate e reflexão na educação científica gerando intervenções nem sempre coincidentes de professores, especialistas, decisores do currículo e de políticas educativas. Os motivos que levam os professores e especialistas a apoiar o trabalho experimental em articulação com o trabalho laboratorial e prático, prendem-se com o reconhecimento de que são atingidos vários objetivos relativos ao saber, ao saber fazer e relativos ao ser. Apresenta-se de seguida uma tabela síntese (ver Tabela 5) de alguns objetivos que são alcançados com o desenvolvimento destes três tipos de atividades:

Tabela 5 - Objetivos alcançáveis com o trabalho experimental, em articulação com o laboratorial e prático, adaptado de Aleixandre, Caamaño, Oñorbe, Pedrinaci, & Pro (2003); Hofstein & Lunetta (2004) e Martins et al. (2007).

Objetivos alcançáveis com o trabalho experimental, em articulação com o laboratorial e prático		
Objetivos relativos ao saber	Objetivos relativos ao saber fazer	Objetivos relativos ao ser
<ul style="list-style-type: none"> • Reforçar a aprendizagem da teoria; • Aprender e compreender de modo prático os conceitos científicos; • Verificar factos e princípios estudados teoricamente; • Entender a natureza e os métodos da Ciência e as complexas interações entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade; • Ilustrar a relação entre variáveis, importante na interpretação do fenómeno • Explicar fenómenos naturais; • Apreciar o papel do cientista numa investigação. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprender técnicas de laboratório. • Aplicar normas de limpeza, segurança e organização. • Desenvolver competências manipulativas e laboratoriais; • Desenvolver a observação rigorosa; • Registrar dados de forma rigorosa; • Analisar dados para obter conclusões; • Registrar resultados; • Retirar conclusões; • Desenvolver o raciocínio científico; • Realizar experiências para testar hipóteses; • Aplicar o método científico; 	<ul style="list-style-type: none"> • Motivar os alunos; • Desenvolver atitudes científicas; • Desenvolver a iniciativa pessoal; • Desenvolver a capacidade de trabalho em grupo. • Desenvolver a curiosidade e admiração pelo mundo natural; • Desenvolver o espírito crítico;

Como se pode observar, as atividades experimentais em articulação com atividades laboratoriais e práticas constituem um meio de ensino eficaz para atingir muitos dos objetivos de Educação em Ciências: proporcionam experiências educativas de elevadas potencialidades pedagógico/científicas, permitem o desenvolvimento de um conjunto de competências que se revelam em diferentes domínios, tais como o conhecimento, o raciocínio, a comunicação, as atitudes e valores. Contudo, os custos elevados do equipamento técnico utilizado, juntamente com as restrições impostas pelas

regras da saúde e de segurança, limitam muitas vezes as possibilidades de realizar atividades experimentais nas escolas (Theune et al., 2009).

No relatório “*Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*”, publicado por Rocard et al. (2007) é defendida a necessidade em promover uma educação em ciências de natureza investigativa, já que está comprovada a sua eficácia, nos ensinamentos primário e secundário, no aumento do interesse das crianças e jovens pela ciência e simultaneamente no aumento da motivação dos professores. Esta abordagem investigativa do ensino das ciências, e a tradicional abordagem dedutiva não devem ser mutuamente exclusivas, mas combinadas nas aulas de ciências de forma a responder às necessidades e preferências dos alunos de diferentes faixas etárias (Rocard et al., 2007). Osborne e Dillon (2008), recomendam igualmente uma educação em ciências que envolva os alunos com os fenómenos científicos, através da realização de trabalho experimental investigativo, em detrimento de uma aquisição linear de conceitos. De facto, e segundo Baldaia (2006), as atividades experimentais de natureza investigativa potenciam a apropriação do conhecimento e a mudança de atitudes no aluno, que tem um papel ativo na pesquisa e na superação de situações problemáticas. Para Cachapuz, Praia e Jorge (2002), estas atividades experimentais fundamentam-se nos conhecimentos dos alunos, pressupõem uma reflexão conceptual e processual e, concomitantemente, o desenvolvimento de capacidades de processamento e reconstrução crítica da informação. Não se limitam à manipulação das instruções definidas pelo professor, sendo uma atividade de carácter investigativo que envolve a resolução de problemas (Cachapuz et al., 2002). As atividades experimentais assim orientadas possibilitam uma compreensão mais adequada da ciência e da atividade científica, já que desempenham um papel muito importante no desenvolvimento de conceitos científicos e de capacidade de resolução de problemas, o que ajudará os alunos a aprender como observar objetivamente e como desenvolver soluções para problemas complexos (Cachapuz et al., 2002).

Se se aceita que o trabalho experimental deve refletir as características do trabalho científico e se se partir do pressuposto que a atividade científica é

uma atividade de resolução de problemas, propõe-se perspetivar o trabalho experimental como uma atividade de resolução de problemas e, portanto, como uma atividade cooperativa de natureza investigativa que envolve a pesquisa de solução de problemas (Almeida et al., 2001). A realização de atividades experimentais permite que o grupo de trabalho: selecione e planifique as estratégias experimentais; defina quais são os resultados experimentais a obter e os registos a fazer; se estimule mutuamente para a prossecução da atividade (Almeida et al., 2001). Por sua vez, a discussão pós atividade experimental, em grupo, ao proporcionar o confronto dos resultados obtidos, das interpretações que os alunos fizeram, bem como da avaliação dos processos desenvolvidos, sem o constrangimento de se chegar à resposta certa, encoraja os alunos a (re)pensar sobre as ideias e os processos (Almeida, 1998).

No Ensino das Ciências que recorre ao trabalho experimental, é importante perceber qual deve ser a ação do professor no desenvolvimento dessas atividades. De acordo com Sá (2002) e Sá e Varela (2004), o professor deve orientar e auxiliar na organização e desenvolvimento das atividades, estimular o debate de ideias e a sua partilha e promover o questionamento. Na Tabela 6 estão sumariadas as ações do aluno e do professor no desenvolvimento das atividades experimentais.

Tabela 6 - Resumo das ações dos alunos e professor no desenvolvimento das atividades experimentais, adaptado de Sá (2002); Sá e Varela (2004).

Alunos	Professor
Explicitam as suas ideias e modos de pensar	Valoriza as ideias; formula questões; concede tempo; procura descodificar as palavras dos alunos.
Comunicam, discutem, argumentam e contra-argumentam em pequeno grupo e em grande grupo.	Estimula a discussão e cooperação circulando pelos grupos; dinamiza a discussão de grande grupo; promove sínteses após um processo de maturação cognitiva.
Refletem e questionam-se sobre as suas ideias submetendo-as à crítica no confronto com os outros, e submetendo-se à prova da evidência experimental.	Promove a discussão; estimula os alunos a relacionarem as suas ideias com objetos e materiais disponíveis, no sentido de os induzir a planearem e executarem procedimentos práticos/experimentais.

Alunos	Professor
Planificam as suas investigações em pequeno grupo e em grande grupo, e executam os procedimentos com a intencionalidade do plano estabelecido.	Promove o questionamento pertinente que em cada situação e momento fornece o estímulo intelectual e a adequação do grau de dificuldade, indispensáveis para que os alunos vão evoluindo num contínuo fluxo reflexivo.
Submetem as evidências a intensa reflexão e inventam ideias para resolver questões ou interpretar resultados.	Estimula os alunos a apresentarem as suas explicações incitando-os à reflexão individual e de grupo; focaliza a atenção dos alunos em aspetos relevantes das evidências; fomenta a discussão em torno de boas ideias no sentido de as melhorar.
Consolidam as aprendizagens através do registo, do relatório oral e escrito e do confronto das suas ideias e expectativas iniciais com as evidências e ideias desenvolvidas.	Ajuda e incentiva os alunos a fazerem registos e relatórios, apontando erros, formulando questões. Solicita que um ou outro aluno apresente à turma a sua síntese e introduz questões e/ou clarificações a ter em conta por todos os alunos.

De acordo com Pires (2002), o ensino experimental deve ser a base do Ensino das Ciências desde o 1.º CEB, já que as atividades experimentais permitem aos alunos o desenvolvimento de competências cognitivas simples “relacionadas com a aquisição de conhecimento que requer um baixo nível de abstração, e que se manifesta na capacidade de adquirir conhecimento factual e de compreender conceitos aos mais baixo nível” (p. 61), de competências cognitivas complexas “relacionadas com a aquisição de conhecimento que exige um elevado nível de abstração e que se manifesta na capacidade de compreender conceitos ao mais alto nível e na aplicação de conhecimentos a situações novas” (Pires, 2002, p. 61), e de competências psicomotoras e sócio afetivas. O ensino experimental das ciências (EEC) é determinante no processo de construção do conhecimento, já que permite a estimulação do aluno relativamente ao conhecimento científico (Sousa, 2012). Citando Gonçalves (2012),

um EEC que apele à previsão, à planificação e ao envolvimento do aluno na conceção de atividades práticas e investigativas, vai muito além de executar procedimentos, observar, fazer medições e registar. Despoleta a capacidade de explicar, interpretar, avaliar, refletir, argumentar, sem receio de submeter as suas ideias, de as partilhar e de lhes verificar os limites e fragilidade.(p. 30)

No EEC, tem sido, nos últimos tempos, prática corrente nas escolas, o uso das TIC, já que, constituem ferramentas importantes, no suporte de competências, atitudes investigativas, e aquisição de conceitos científicos (Murphy, 2003). Segundo este autor, as TIC podem ser utilizadas de forma exploratória e experimental, permitindo que as crianças desenvolviam as diferentes etapas de um trabalho experimental, com recurso a estas tecnologias. Por exemplo, podem recorrer a pesquisas na internet para a colocação de questões, previsões e hipóteses; podem recorrer a instrumentos como máquina fotográfica digital, microscópio digital, para realizarem observações e manipularem variáveis; podem ainda recorrer a apresentações em PowerPoint dos resultados obtidos, que podem posteriormente partilhar *on-line* com outras escolas e colegas, e que contribui para a interpretação dos resultados obtidos e para uma avaliação das evidências científicas (Murphy, 2003).

2.1.3. Os sentidos e os sensores no Ensino Experimental das Ciências

Os sentidos são a primeira interface entre o ambiente e o ser humano, fazendo parte do seu dia-a-dia e das suas experiências (Mason & Davies, 2009). Peixoto (2008) refere que durante os primeiros anos de vida, as crianças exploram tudo que as rodeia, apreendem o mundo através dos sentidos, e é neste período que se inicia o desenvolvimento do pensamento científico. Também Piaget e Montessori afirmam que as aprendizagens baseadas nas experiências sensoriais são elementos necessários no desenvolvimento das operações formais, nomeadamente na mudança do pensamento concreto para o pensamento abstrato (Minogue & Jones, 2006), pelo que é necessário perceber o papel do corpo das crianças na construção de significados (Woodyer, 2008).

No entanto, as experiências sensoriais humanas estão a ser modificadas pelo uso diário de sensores eletrónicos, nomeadamente por aqueles que se encontram integrados nos *smartphones* (Silva, 2012). A relação sensorial entre as pessoas e o ambiente é largamente informada pela presença de imagens e

sons produzidos por *smartphones* e disponibilizados nas redes sociais (Evans-Cowley, 2010).

Na última década vários projetos de investigação em educação, como por exemplo o *Ambient Wood* (Rogers et al., 2005), o *MobGeoSen in Schools* (Kanjo et al., 2008), o *SOS Abstract: Using Sensors and Senses in the Environment to Develop Abstract Thinking* (Silva, 2012), implementaram e exploraram plataformas sensoriais móveis para serem usadas em conjunto com os sentidos humanos, em atividades de exploração ambiental. No projeto *Ambient Wood* (Rogers et al., 2005), pretendeu-se explorar de que forma conceitos biológicos podem ser aprendidos num ambiente real, suportado pela tecnologia. O objetivo principal foi fazer com que as crianças aprendessem mais sobre investigação científica, através da descoberta, reflexão e experimentação, tendo por base a implementação de experiências de aprendizagem mediadas pela tecnologia. Este projeto foi capaz de promover experiências de aprendizagem inovadoras às crianças, com um elevado grau de envolvimento (Rogers et al., 2005). No projeto *MobGeoSen in Schools* as crianças puderam monitorizar o ambiente local, caracterizando-o relativamente à localização espacial, ruído, poluição e temperatura (Kanjo et al., 2008). Para isso utilizaram telemóveis, dotados do sistema *MobGeoSen*, que consiste numa combinação de componentes de *software* que auxilia a recolha de dados através dos dispositivos de sensores internos do telemóvel (microfone e camara) e sensores *wireless* externos (armazenamento de dados e recetores GPS) (Kanjo et al., 2008).

No trabalho de investigação levado a cabo por Silva, Lopes e Silva (2013), cujo principal objetivo era perceber até que ponto a utilização dos sensores e dos sentidos humanos no ambiente facilitavam a transição do pensamento concreto para o pensamento abstrato nas crianças, foi possível concluir que as ações das crianças e as experiências sensoriais foram utilizadas com sucesso, servindo de base para atividades de aprendizagem mais abstratas. As crianças, pelo uso conjunto dos sentidos e sensores no desenvolvimento de atividades autênticas e experimentais, foram capazes de realizar diversas ações como observar, descrever, controlar variáveis e criar múltiplas representações, que por sua vez permitem o desenvolvimento do

pensamento abstrato. Também o trabalho desenvolvido por Silva, Lopes e Barbot (2013) nesta área de investigação permitiu concluir que a “informação sensorial quotidiana concreta apoiou a criação de sentido (com abstração): na interpretação de informação adquirida por sensores eletrónicos e na criação de modelos mentais complexos” (Silva, Lopes & Barbot, 2013, p. 284).

Na presente investigação, e tendo em conta as vantagens que advêm do uso dos sentidos e dos sensores referidas anteriormente, será dado destaque ao uso conjunto dos sentidos e sensores para caracterização do meio pelas crianças.

2.2. A aprendizagem e tarefas autênticas: enquadramento conceptual e instrumental

Nesta secção será dada particular atenção ao conceito de aprendizagem autêntica, evidenciando-se o fundamento e objetivos desta abordagem de ensino construtivista, que assenta na resolução de problemas reais de forma contextualizada. Serão também descritas as características das tarefas autênticas em comparação com as características das tarefas de pesquisa simples, já que são cruciais para que os alunos desenvolvam práticas epistémicas e para que ocorram aprendizagens autênticas. Por fim, será analisada a valorização e desafios em torno das aprendizagens autênticas, nomeadamente, no atual cenário da educação em Portugal.

2.2.1. Aprendizagem Autêntica

A aprendizagem autêntica, não é um conceito novo, tendo sido o primeiro modo de instrução para aprendizes que pretendiam desempenhar um determinado ofício (Lombardi, 2007). O mesmo autor refere que, visto o número de estudantes ter aumentado muito no século XIX, este modo de instrução tornou-se pouco exequível, quer por questões logísticas e económicas, quer por questões de transporte dos alunos para os locais de trabalho.

Segundo Figueiredo (2005) a educação de massas tornou a educação em algo mecanicista. Esta visão mecanicista via o conhecimento, não como algo que pudesse ser construído pelos alunos, em contextos apropriados (contextos não estáveis, permanentemente mutáveis, de acordo com as interações que se vão verificando no processo de construção desse mesmo conhecimento), mas como algo que podia ser transferido dos professores para os alunos (Figueiredo, 2005). O conhecimento foi então compartimentado em diferentes temas que começaram a ser transferidos. Este fenômeno levou ao progressivo desaparecimento dos contextos de aprendizagem (conjunto de circunstâncias que são relevantes quando alguém necessita de aprender algo), retomados na abordagem da aprendizagem autêntica (Figueiredo & Afonso, 2005).

Atualmente, a temática da aprendizagem autêntica está outra vez em discussão, e investigadores nesta área da educação afirmam que *“authentic learning has been found as a promising model of improving student achievement.”* (Knobloch, 2003, p. 22) e que *“The true power of authentic learning is the ability to actively involve students and touch their intrinsic motivation.”* (Mehlinger, 1995, citado por Mims, 2003, p.2).

Mas o que é então a aprendizagem autêntica?

É uma abordagem pedagógica construtivista que permite que os alunos explorem, discutam, e construam conceitos com significado e os relacionem em contextos que envolvam problemas reais e projetos que sejam relevantes para o aluno (Knobloch, 2003; Donovan, Bransford & Pellegrino, 1999, citado por Mims, 2003). A aprendizagem autêntica, foca-se em problemas complexos e reais, e nas suas soluções, através de atividades de resolução de problemas, casos de estudo e exercícios de *role-playing* (Lombardi, 2007).

Em 1938, Dewey, filósofo conhecido como um dos fundadores da aprendizagem empírica, tinha já defendido que a construção do conhecimento deveria ser baseada na experimentação e na capacidade de reflexão (Knobloch, 2003). Este mesmo investigador, afirmava que a aprendizagem deveria ocorrer em contextos reais, aliando a teoria à prática, e centrando-se

em problemas do dia-a-dia (Knobloch, 2003). Estes princípios são igualmente defendidos na aprendizagem autêntica (Knobloch, 2003).

Gatlin e Edwards (2007) defendem que a construção do conhecimento é uma extensão da realidade experienciada, pelo que os alunos irão saber e compreender o que eles vivenciaram, e que faz sentido para eles. Assim, ao promover uma perspectiva positiva no sentido de potenciar uma aprendizagem autêntica, deve-se começar pela construção de uma realidade a partir da experiência individual do aluno (Gatlin & Edwards, 2007). As aprendizagens dos alunos tornar-se-ão relevantes para as suas experiências do dia-a-dia se os ambientes de aprendizagem forem autênticos (Mims, 2003).

Para facilitar a aprendizagem autêntica o educador deve assumir que a primeira etapa na instrução é detetar as conceções alternativas do aluno e desconstruí-las (Gatlin & Edwards, 2007). Thomas Kuhn (1996) refere que a assimilação de qualquer nova ideia ou teoria implica a reconstrução da teoria anterior e a reavaliação de factos anteriores, num processo intrinsecamente revolucionário, que raramente será concluído por um só indivíduo num curto espaço de tempo. Segundo o mesmo autor, a teoria construtivista do conhecimento opõe-se assim a muitas teorias de aprendizagem uma vez que a sua pedagogia está focada na compreensão profunda, no desenvolvimento de conceitos e na aprendizagem autêntica.

Para os construtivistas a aprendizagem é um processo de interação com o mundo exterior, de pensamento, de reanálise e reinterpretção da nova informação e da sua relação com o mundo exterior (Mintzes, Wandersu & Novak, 2000). Note-se que na teoria behaviorista, por exemplo, o conhecimento é assumido como um corpo finito de informação que pode ser dividido em capacidades quantificáveis e passíveis de serem ensinadas em porções, do mais simples para o mais complexo (Block, Efthim & Burns, 1989 citado por Gatlin & Edwards, 2007). Por sua vez, ensinar segundo a teoria construtivista capacita o aluno para tomar decisões baseadas em informação que faça sentido e que seja socialmente fundamentada e aceite (Gatlin & Edwards, 2007). Os alunos são orientados para perceberem por eles próprios o sentido das suas experiências.

Os professores que se baseiam nesta teoria do conhecimento fornecem aos alunos várias escolhas, permitem que estes utilizem variados recursos e trabalhem em grupos, apresentem os temas do global para o particular, e avaliam-nos de forma formativa e no contexto de ensino (Gatlin & Edwards, 2007).

A aprendizagem autêntica é assim uma abordagem de ensino que tem por base os princípios do construtivismo, uma vez que se centra no aluno (atribuindo-lhe um papel ativo, responsável e partilhado de construção do conhecimento), nas suas necessidades, na sua motivação e nas experiências significativas que este possui (Fenton, 2008; Knobloch, 2003; Lombardi, 2007; Mims, 2003).

Collins (1988) afirma que os alunos beneficiam das abordagens construtivistas, nomeadamente da aprendizagem autêntica, uma vez que aprendem a aplicar o conhecimento, o ambiente de aprendizagem estimula a sua criatividade e a invenção, veem as implicações do conhecimento, e compreendem que este está organizado para usos apropriados no contexto.

Equipas de investigação constataram que os alunos envolvidos na aprendizagem autêntica estão motivados para ultrapassar desorientações ou frustrações iniciais, desde que a atividade esteja orientada para o que é efetivamente importante (Fenton, 2008). De acordo com Lombardi (2007) a aprendizagem autêntica torna-se de facto eficaz porque permite transformar a informação em algo útil para o aluno. Quando o aluno contacta com um determinado assunto pela primeira vez, imediatamente ele vai tentar perceber qual a relevância deste face à experiência de vida que tem. Se esse assunto, ou informação não “encaixar” em nenhuma das suas estruturas cognitivas vai ser muito provavelmente rejeitado. Isto significa que quanto mais envolvido um aluno estiver a nível pessoal com um determinado tema, mais fácil será para ele assimilar o que lhe é desconhecido (Lombardi, 2007). Por outro lado, essa assimilação está também dependente do facto de os conceitos terem que ser trabalhados repetida e regularmente, colocados em novos contextos e associados com ferramentas, atividades e pessoas. Caso isto não se verifique a informação vai acabar por ser perdida (Lombardi, 2007). Citando Brown, Collins e Deguid, (1989, p.32): “*A concept, for example, will continually evolve*

with each new occasion of use, because new situations, negotiations, and activities inevitably recast it in a new, more densely textured form. So a concept (...) is always under construction.”

Lombardi (2007) refere que a importância da aprendizagem autêntica se prende com o facto de que hoje em dia é requerido aos alunos um conjunto mais complexo de competências. Não basta apenas saber ler, escrever, calcular, ter conhecimentos sobre a história e aprender diferentes línguas. Segundo o mesmo autor, hoje o aluno, futuro trabalhador, tem que adquirir competências que para além de o tornar tecnicamente competente, o torne também capaz de realizar as tarefas demonstrando sentido ético, de integridade, e de capacidade de se relacionar bem com os outros. Hart (2006) afirma que na atualidade, o empregador deseja preferencialmente funcionários com capacidade de trabalhar em equipa, com pensamento crítico, inovador e criativo, e capazes de recolher e organizar informação.

A aprendizagem autêntica partilha princípios da aprendizagem significativa e da aprendizagem situada (Figueiredo, 2005; Herrington, 2006).

Embora toda a aprendizagem autêntica seja significativa, o contrário já não é necessariamente verdade. Em 1963, Ausubel, apoiado nas ideias construtivistas de Piaget e Vygotsky, apresentou um novo conceito de aprendizagem para a educação: a aprendizagem significativa (Salles, 2012). Ausubel (2000) defendeu uma teoria que valoriza os conhecimentos prévios dos alunos, promovendo a construção de estruturas mentais com o objetivo de adquirir novos conhecimentos. De acordo com este autor (2000), a aprendizagem significativa,

was based on the proposition that the acquisition and retention of knowledge (particularly of verbal knowledge as, for example, in school, or subject – matter learning) is the product of an active, integrative, interactional process, between instructional material (subject matter) and relevant ideas in the learner’s cognitive structure to which the new ideas are relatable in particular ways. (p. ix)

Desta forma, a aprendizagem significativa,

involves the acquisition of new meanings. New meanings, conversely, are the end-products of meaningful learning. That is, the emergence of new meanings in the learner reflects the prior operation and completion of a meaningful process. The essence of the meaningful process (...) is that new symbolically expressed ideas (the learning task) are related in a nonarbitrary, and nonverbatim fashion, to what the learner already knows (...), and that the product of this active and integrative

interaction is the emergence of a new meaning reflecting the substantive and denotative nature of this interactive product. (Ausubel 2000, p.67)

Assim, para desenvolver aprendizagens significativas é necessária uma abordagem de ensino, que se baseia nos princípios do construtivismo, em que a nova informação fornecida se relaciona com a informação que o aluno já tem, produzindo-se uma transformação, tanto no conteúdo assimilado como no que o aluno já tinha (Ausubel, 2000). Martín e Solé (2004) consideram que na aprendizagem significativa, se produz uma interação entre os novos conteúdos e a estrutura de conhecimento que o aluno já possui. Por essa razão, é dada muita ênfase ao que o aluno já sabe. Os mesmos autores referem que a possibilidade de atribuir significado ao novo conhecimento depende da presença e ativação de conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva dos alunos. Assim, e segundo Mims (2003), a aprendizagem torna-se ativa quando os alunos são capazes de relacionar o novo conhecimento com os conhecimentos que já possuíam.

Brown et al. (1989) defendiam que só existirá aprendizagem significativa se esta estiver enquadrada/incorporada no contexto social e físico no qual será usada. A aprendizagem autêntica, tem por base os princípios da aprendizagem significativa, aplicados em contextos complexos da vida real, nomeadamente de pesquisa científica.

Herrington (2006) refere que parte das origens da aprendizagem autêntica assenta nas construções teóricas da aprendizagem situada. Estes dois conceitos de aprendizagens (autêntica e situada) contêm princípios comuns, nomeadamente no que concerne à importância que os contextos de aprendizagem apresentam nestas abordagens (Figueiredo, 2005; Herrington & Kervin, 2007; Knobloch, 2003). Dewey, em 1938, tinha já defendido que a educação deveria ser contextualizada e aplicada a situações da vida real (Knobloch, 2003). Os princípios por ele defendidos (aprendizagem em contextos da vida real) são os que estão na base da atual aprendizagem situada e partilhados pela aprendizagem autêntica (Knobloch, 2003). Por aprendizagem situada, e citando Collins (1988, p. 2), podemos entender *“learning knowledge and skills in contexts that reflect the way the knowledge*

will be useful in real life". Também Anderson, Reder e Simon (1996), seguindo a mesma linha de pensamento, defendem que um dos grandes contributos da aprendizagem situada é que valoriza a relação entre o que é aprendido na sala de aula e o que é necessário fora dela, e por sua vez o que é aprendido, ou seja, o conhecimento, está mais ligado ao contexto quando é apenas ensinado num único contexto.

O contexto de aprendizagem, conceito já mencionado como intrínseco às abordagens de aprendizagem situada e autêntica, de acordo com Figueiredo (2005), pode ser entendido de diferentes formas. Segundo o autor, numa visão positivista, o contexto é visto como o ambiente onde as atividades de ensino-aprendizagem ocorrem. Se o aluno aprende na sala de aula, o contexto pode ser entendido como a sala com os seus materiais e equipamentos, os outros alunos, o professor e as regras que determinam como as atividades devem ser desenvolvidas. Todos estes elementos são vistos como externos e circundantes às atividades do aluno. Nesta visão, o contexto é delimitado no sentido em que se reconhece onde começa e onde acaba, e é estável, pelo que se pode prever a sua evolução ao longo do tempo e do espaço. As atividades ocorrem dentro do contexto mas independentemente dele, seguindo a trajetória previamente planeada.

Na visão construtivista, Figueiredo (2005) afirma que o contexto não pode ser localizado e delimitado, sendo percebido através das suas interações com o aluno: as interações organizam o contexto tanto quanto organizam as experiências do aluno. Para Figueiredo (2005, p. 130), "*context is the interactions*". O autor defende que o contexto não é sinónimo de ambiente de aprendizagem uma vez que o contexto está diretamente interligado com o ato de aprender, e neste sentido o contexto não é estável, está permanentemente em mutação, porque é uma rede de interações que acontece, com influência de outros elementos no contexto. O contexto é dependente das atividades do aluno e essas atividades são parte do contexto (Figueiredo, 2005). O contexto e os conteúdos de aprendizagem são duas entidades intrinsecamente interligadas: o contexto encerra em si a origem do conteúdo e este contém em si a origem do contexto, de forma que, um vai gerar o outro, e um poderá não existir sem o outro (Figueiredo & Afonso, 2005). Para Figueiredo e Afonso

(2005), uma parte significativa do futuro da aprendizagem e da educação – a parte mais importante – está no contexto, ou seja, em fazer com que a aprendizagem aconteça dentro de ambientes sociais que nunca existiram, ricos em atividade, em interação, assim como culturalmente ricos.

Para Herrington e Kervin (2007, p. 4) os contextos autênticos na sala de aula “*are more than simple examples from real world practice that act as illustrations of a concept being taught*”. Estes autores afirmam que o contexto necessita ser abrangente, para fornecer a motivação e o propósito para a aprendizagem, e para proporcionar um ambiente de aprendizagem complexo e sustentado que possa ser explorado em profundidade. O contexto autêntico precisa refletir a forma como o conhecimento irá ser posteriormente utilizado no dia-a-dia, à semelhança do que é defendido na aprendizagem situada (Collins, 1988; Herrington & Kervin, 2007).

Como vimos anteriormente, a aprendizagem autêntica é uma abordagem de ensino construtivista que permite que os alunos construam conceitos significativos, a partir da análise, discussão e resolução de problemas reais (Herrington, 2006; Lombardi, 2007; Mims, 2003). Fenton (2008) refere que a aprendizagem baseada na resolução de problemas (ABRP) é uma metodologia de ensino bem presente na aprendizagem autêntica e Akçay (2009), afirma que esta metodologia é um dos melhores exemplos de um ambiente de aprendizagem construtivista. Fenton (2008) define ABRP como uma metodologia de ensino que se baseia no uso de problemas do dia-a-dia como ponto de partida para o desenvolvimento das aprendizagens. Esta metodologia implica aplicar a teoria à prática (Fenton, 2008). Para Chin e Chia (2005) os alunos aprendem enquanto procuram as soluções para problemas e no contexto no qual esse conhecimento é para ser usado. Os problemas são apresentados no início do estudo de um determinado tema, e não no final, como é tradicional fazer-se. Esta metodologia, em que se parte do problema, ajuda os alunos a perceber o porquê de estarem a aprender o que estão a aprender (Chin & Chia, 2005). De acordo com Akçay (2009), Fenton (2008) e Lombardi (2007) o problema é estruturado de forma incompleta, é complexo, e pode ter várias soluções possíveis, o que requer uma pesquisa de informação por parte dos alunos para além da que está disponível de imediato para o

resolver. O problema é autêntico, e requer um envolvimento ativo por parte dos alunos, que poderão trabalhar em grupos (Akçay, 2009; Fenton, 2008).

De acordo com Levin (2002) a ABRP proporciona experiências autênticas que promovem uma aprendizagem ativa, são uma base para a construção do conhecimento e integram naturalmente a aprendizagem formal num contexto real. Os alunos são os responsáveis pela resolução dos problemas, identificando o cerne do problema e as condições necessárias para uma boa resolução do mesmo, procurando o significado e a compreensão, tornando-se aprendizes autónomos. O professor utiliza problemas reais, atribuindo um papel ao aluno, questionando-o e desafiando-o a raciocinar (Levin, 2002).

Segundo Brooks e Brooks, (1993, p. 35) para se criar uma boa situação de resolução de problemas é necessário ter presente quatro critérios:

- *Students make a testable prediction.*
- *Students can use available or easily accessible materials.*
- *The situation itself is complex enough to support varied approaches and generate multiple solutions.*
- *The problem-solving process is enhanced, not hindered, by a collaborative approach.*

Akçay (2009) considera que a ABRP promove a metacognição e uma aprendizagem auto-regulada propondo que os alunos criem as suas próprias estratégias para a definição do problema, selecionem a informação, analisem dados, formulem hipóteses, e as testem, comparando-as posteriormente com as dos outros colegas e professores. A aprendizagem é feita num contexto real, e a avaliação desta visa a compreensão e não apenas a reprodução de conteúdos. O mesmo autor refere que os alunos se sentem mais motivados em aprender porque sabem que terão um papel fulcral nos resultados da investigação. É quebrada a ideia de que a pergunta tem apenas uma resposta certa, dado que o carácter incompleto do problema lançado, apela a um pensamento crítico e criativo dos alunos para a sua resolução (Akçay, 2009).

2.2.2. As tarefas autênticas

As tarefas autênticas são cruciais para que ocorra uma aprendizagem autêntica (Chinn & Malhotra, 2002; Gulikers, Bastiaens & Kirschner, 2006; Herrington, 2006). Vários autores realçam elementos diferentes nas tarefas autênticas. Segundo Reeves et al. (2002) e Herrington (2006), podem identificar-se dez características das tarefas autênticas:

- 1) As tarefas autênticas devem ter uma relevância na vida dos alunos.
- 2) As tarefas são relativamente indefinidas e abertas a múltiplas interpretações para que os alunos identifiquem as tarefas necessárias para completarem a tarefa principal.
- 3) As tarefas devem ser realizadas durante um determinado período de tempo.
- 4) Devem ser utilizados variados recursos.
- 5) Os alunos devem colaborar uns com os outros na realização das tarefas.
- 6) Os alunos devem fazer escolhas e refletir sobre a sua aprendizagem.
- 7) As tarefas autênticas devem ter relevância interdisciplinar.
- 8) A avaliação das tarefas autênticas não é somente sumativa mas deve ter em conta toda a evolução demonstrada ao longo do processo.
- 9) Os produtos resultantes das tarefas autênticas devem ser completos e válidos por si mesmos.
- 10) As tarefas autênticas permitem diversas interpretações e soluções.

Woolfolk (2001) e Ormrod (2000) frisam ainda que as tarefas autênticas estão ligadas a problemas e situações reais que os alunos defrontam fora da sala de aula, os quais são resolvidos pela aplicação dos seus conhecimentos/competências e que essas tarefas promovem o pensamento crítico. Para Chinn e Malhotra (2002), as tarefas autênticas são essencialmente tarefas de pesquisa que implicam o raciocínio científico. Rule (2006) defende

também que as tarefas autênticas devem incluir problemas reais com que os cientistas se deparam, permitindo que os alunos investiguem problemas do seu dia-a-dia e da sua comunidade refletindo o processo científico de construção de conhecimento.

Na presente investigação vão ser consideradas como tarefas autênticas as que têm por base o raciocínio científico (cuja caracterização mais pormenorizada será feita de seguida), embora outras características defendidas por outros autores (Reeves et al., 2002; Herrington, 2006) das tarefas autênticas tenham sido também consideradas, nomeadamente: o facto das tarefas autênticas terem uma relevância na vida dos alunos (resolução de problemas reais); as tarefas serem relativamente indefinidas e abertas a múltiplas interpretações para que os alunos identifiquem as tarefas necessárias para completarem a tarefa principal; as tarefas serem realizadas durante um determinado período de tempo; e serem utilizados variados recursos.

O desenvolvimento teórico que se segue pretende caracterizar e comparar as tarefas de pesquisa científica autêntica, defendidas por Chinn e Malhotra (2002), como elementos promotores das aprendizagens autênticas, com as tarefas de pesquisa habitualmente desenvolvidas nas escolas.

Um dos principais objetivos da educação em ciências é ajudar os alunos a aprenderem a pensar cientificamente (National Research Council, 1996). Neste sentido os alunos são envolvidos em tarefas de pesquisa, que passam por exemplo, pela observação e pela experimentação (Chinn & Malhotra, 2002). No entanto verifica-se que as tarefas de pesquisa normalmente utilizadas nas escolas invocam processos cognitivos que são qualitativamente diferentes dos processos utilizados "*in real scientific inquiry*" (Chinn & Malhotra, 2002, p. 175). As tarefas de pesquisa científica dadas aos alunos não refletem os atributos principais do raciocínio científico autêntico. Para além disso, as tarefas de raciocínio usadas nas escolas, globalmente definidas como tarefas de pesquisa simples, parecem ser baseadas numa epistemologia que difere da epistemologia em que se baseia a ciência autêntica (Chinn & Malhotra, 2002). Durante um trabalho de investigação são desenvolvidos pelos cientistas vários processos cognitivos, dos quais se podem destacar seis: elaborar uma questão, planificar a investigação, fazer observações, explicar resultados,

desenvolver teorias, e analisar pesquisas de outros investigadores. Chinn & Malhotra, 2002, compararam esses processos cognitivos com os processos cognitivos desenvolvidos nas tarefas simples. Na Tabela 7 estão sumariadas as principais diferenças entre processos cognitivos inerentes às tarefas de pesquisa científica autêntica (tarefas autênticas) e às tarefas de pesquisa simples, estas últimas divididas em experiências simples, observações simples e representações simples.

Tabela 7 - Processos cognitivos presentes nas tarefas de pesquisa científica autêntica e nas tarefas de pesquisa simples, adaptado de Chinn e Malhotra (2002).

Processos cognitivos	Tarefas de pesquisa científica autêntica	Tarefas de pesquisa simples (experiências simples, observações simples e representações simples)
1. Elaborar questões de investigação	Os cientistas têm que desenvolver e aplicar estratégias para descobrirem eles próprios qual a questão de investigação	A questão de investigação é fornecida aos alunos.
2. Planificar a investigação 2.1. Selecionar variáveis	Os cientistas selecionam as suas variáveis de um vasto conjunto de variáveis e muitas vezes constroem variáveis que estão conceptualmente ligadas à teoria que está a ser testada.	Na maior parte das tarefas é dito aos alunos qual das variáveis é para investigar, e as variáveis são normalmente facilmente identificáveis.
2.2. Elaborar procedimentos	Os procedimentos são complexos e muitas vezes requerem um certo engenho e criatividade para o seu desenvolvimento. Muitas vezes são utilizados modelos na construção dos procedimentos.	Os procedimentos são diretos, e os alunos seguem uma série de passos já previamente definidos.
2.3. Controlar variáveis	Frequentemente há vários grupos de controlo. Pode ser difícil determinar que variáveis devem ser controladas e como implementar devidamente esses controlos.	Nas observações e representações simples não há controlo de variáveis. Nas experiências simples há um único grupo de controlo e é dito aos alunos que variável devem controlar e como podem preparar uma experiência controlada.
2.4. Planear medições	São realizadas múltiplas medições das variáveis.	Nas experiências e representações simples apenas é medida uma variável.

Processos cognitivos	Tarefas de pesquisa científica autêntica	Tarefas de pesquisa simples (experiências simples, observações simples e representações simples)
3. Observar	Os cientistas utilizam técnicas elaboradas de forma a suprimir eventuais ideias preconcebidas relativas aos resultados observados.	Não são especificamente relevantes as eventuais ideias preconcebidas dos alunos relativas aos resultados observados.
4. Explicar resultados 4.1. Converter dados	Os dados recolhidos nas observações são muitas vezes convertidos noutros formatos.	As observações são diretas e os dados recolhidos raramente são convertidos noutros formatos.
4.2. Descobrir falhas	Os cientistas questionam-se constantemente sobre se os métodos e resultados do seu trabalho, assim como os desenvolvidos por outros investigadores, são corretos ou têm falhas.	Raramente se procuram falhas. Se os resultados não são os previstos os alunos assumem que realizaram algum erro de execução experimental.
4.3. Raciocínio Indireto	O raciocínio é muitas vezes extremamente indireto. As variáveis que são manipuladas e quantificadas na investigação não são idênticas às variáveis teóricas de interesse. Estas ligam-se por mecanismos indiretos de inferência.	As observações são diretamente relacionadas com as questões de investigação. Nas experiências e observações simples as variáveis teóricas de interesse são idênticas às variáveis que os alunos manipulam. Nas representações simples as variáveis observadas diferem das variáveis teóricas, mas o texto fornecido explica diretamente a ligação entre elas.
4.4. Generalizar	Os cientistas devem avaliar se devem ou não generalizar os resultados para situações ligeiramente diferentes da situação experimentada.	As generalizações são diretas e feitas apenas para situações que sejam exatamente similares.
4.5. Tipos de raciocínio	Os cientistas utilizam múltiplas formas de raciocínio e pensamentos de ordem superior (pensamento abstrato).	É requerida uma variedade limitada de estratégias de raciocínio tais como raciocínio comparativo (experiências simples), raciocínio indutivo (observações simples) e raciocínio dedutivo (representações simples).

Tabela 8 - Epistemologia da pesquisa autêntica, e das tarefas de pesquisa simples, adaptado de Chinn e Malhotra (2002)

Dimensões epistemológicas	Tarefas de pesquisa científica autêntica	Tarefas de pesquisa simples (experiências simples, observações simples e representações simples)
1. Propósito da investigação	Os cientistas visam construir e rever modelos teóricos, que geralmente usam mecanismos não observáveis.	O objetivo da maioria das tarefas é descobrir regularidades facilmente observáveis ou salientar a estrutura de objetos e não criar teorias sobre mecanismos adjacentes.
2. Coordenação dados-teoria	Os cientistas procuram uma consistência global num complexo conjunto de dados e teorias.	Os alunos procuram uma consistência local entre a conclusão e os resultados observados, uma vez que as tarefas são geralmente muito diretas, há pouca necessidade de uma coordenação complexa entre dados e teoria. Nas representações simples não se verifica coordenação dados-teoria.
3. Relação teoria-métodos	Os métodos estão parcialmente dependentes da teoria	Os métodos não estão dependentes da teoria.
4. Resposta a dados anómalos	Os cientistas respondem aos dados anómalos de forma racional, mudando a sua teoria base, ou desvalorizando-os (ignorando-os, rejeitando-os, excluindo-os da teoria ou reinterpretando-os).	Nas tarefas de representações simples os dados anómalos são rejeitados porque resultados errados contrariam as expectativas. Nas restantes tarefas simples os alunos não têm grande oportunidade para desvalorizar racionalmente os dados anómalos.
5. Natureza do raciocínio	Os cientistas utilizam um raciocínio heurístico, não algorítmico, o que requer o uso de diversas formas diferentes de argumentos.	Os alunos utilizam estratégias simples de raciocínio e por vezes usam estratégias algorítmicas (experiências simples).
6. Construção social do conhecimento	Os cientistas constroem o conhecimento em grupos de trabalho e a partir de investigações já realizadas por outros cientistas.	Os alunos constroem o conhecimento em grupos de trabalho, mas raramente a partir de investigações feitas anteriormente.

As diferenças dos processos cognitivos e da epistemologia entre as tarefas de pesquisa científica autêntica e as tarefas de pesquisa simples, são explicadas pelas diferenças nos modelos cognitivos que estão na base dessas mesmas tarefas. De acordo com a teoria de modelos de dados, as experiências podem ser representadas como modelos que integram explicações teóricas com observações e com procedimentos de recolha de dados (Chinn & Malhotra, 2002).

Numa dada experiência, o modelo global integra um conjunto de submodelos, um para cada condição da experiência. Os modelos de experiências autênticas são muito mais complexos que os modelos de experiências simples. Uma diferença entre esses modelos é que no primeiro caso, há intervenção de vários acontecimentos entre o acontecimento inicial e o final, em cada condição. Por sua vez, no modelo das experiências simples apenas existe o acontecimento inicial e o final (Chinn & Malhotra, 2002). Na Tabela 9 estão caracterizados brevemente cada um dos modelos referidos anteriormente.

Tabela 9 - Características dos modelos cognitivos das experiências autênticas e das experiências simples, adaptado de Chinn e Malhotra (2002)

Modelos cognitivos das experiências autênticas	Modelos cognitivos das experiências simples
<ul style="list-style-type: none"> • Complexo • Interferência de vários acontecimentos entre o acontecimento inicial e o final, em cada condição • Proporcionam múltiplas medições • O desenho das experiências implica criatividade e engenho • Facilmente criticáveis, encontrando uma causa alternativa para qualquer um dos acontecimentos existentes no modelo 	<ul style="list-style-type: none"> • Simples • Existe apenas o acontecimento inicial e o acontecimento final • Não proporcionam múltiplas medições • O desenho das experiências é trivial • Detetada alguma falha verifica-se apenas se as variáveis foram controladas desde o início da experiência

Modelos cognitivos das experiências autênticas	Modelos cognitivos das experiências simples
<ul style="list-style-type: none"> • Existem ligações causais, de contraste, analógicas e indutivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existem dois tipos de ligação entre os acontecimentos: uma única ligação causal em cada condição e uma ligação de contraste a separar as duas condições da experiência.

Chinn e Malhotra (2002) analisaram um conjunto de tarefas de pesquisa (tarefas de pesquisa presentes em manuais escolares e tarefas de pesquisa desenvolvidas por investigadores) para se perceber até que ponto essas tarefas atuais estão próximas da ciência autêntica. Globalmente, esses investigadores verificaram que as tarefas de pesquisa desenvolvidas por investigadores (psicólogos e professores) incluem um maior número de características do raciocínio autêntico do que as tarefas presentes nos manuais escolares. As atividades de pesquisa presentes nos manuais analisados raramente incorporam processos cognitivos da ciência autêntica. Essas tarefas assumem uma epistemologia que difere da epistemologia da verdadeira ciência e os alunos não são assim envolvidos em qualquer tarefa de pesquisa autêntica. Para além disso, as tarefas presentes nos manuais podem inclusive contribuir para uma visão não autêntica da ciência, enquanto processo acumulativo de factos simples sobre o mundo. As tarefas desenvolvidas pelos investigadores incluem mais características autênticas, já que estão baseadas em modelos cognitivos mais complexos. Muitas dessas tarefas envolvem os alunos em raciocínios altamente indiretos.

Chinn e Malhotra (2002) concluíram que há muito trabalho a ser feito na área das tarefas autênticas. Assim, para que os professores de ciências possam promover o raciocínio científico autêntico junto dos seus alunos, devem ter em conta que: devem compreender melhor as estratégias usadas pelos cientistas quando pensam sobre essas tarefas; e devem desenvolver estratégias pedagógicas que garantam que os alunos aprendem essas estratégias de raciocínio autêntico, quando estão a desenvolver tarefas de pesquisa autêntica (Chinn & Malhotra, 2002).

É de referir ainda que, o sucesso das atividades autênticas nas crianças, implica que o professor apoie o desenvolvimento do pensamento abstrato

nestas (Lombardi, 2007; Quintana et al., 2004). O pensamento abstrato é fundamental no ensino experimental das ciências (Silva, Lopes & Barbot, 2013) e pode ser entendido como o pensamento operacional formal caracterizado pela capacidade de considerar simultaneamente um conjunto de variáveis e de equacionar os efeitos de variáveis independentes num conjunto de variáveis dependentes (Adey, 1999). O pensamento abstrato inclui a capacidade de, analisar informação e resolver problemas baseado num nível de pensamento complexo (Logsdon, 2014), e de desenvolver modelos mentais complexos (Lombardi, 2007).

De acordo com Piaget (1954), é entre os 11 e os 16 anos de idade, no designado estágio de desenvolvimento operatório-formal, que a criança/adolescente constrói o pensamento abstrato, já que a sua estrutura cognitiva atinge o nível mais elevado. Nesta fase, a criança/adolescente consegue relacionar acontecimentos e factos sem necessitar de os experimentar na realidade, consegue ter em conta as hipóteses possíveis, analisar e compreender diferentes pontos de vista, e é capaz de pensar cientificamente (Belo & Brandalise, 2011). Esta conquista não se deve apenas a uma maturação biológica ligada ao avanço da idade, mas também aos estímulos que o indivíduo recebe.

O desenvolvimento do pensamento abstrato, embora não seja tarefa fácil, é importante porque permite que os alunos apliquem o que aprendem de formas complexas. De acordo com Kaminski, Sloutsky e Heckler (2008), se não ajudarmos os alunos a caminharem em direção a um pensamento mais abstrato sobre os conceitos, estes poderão não conseguir aplicar o seu conhecimento a novas situações, uma vez que a transferência de conhecimento para novas situações implica pensamento abstrato. Já Piaget e Vygotsky tinham alertado para a importância do ensino no desenvolvimento do pensamento abstrato, uma vez que o seu desenvolvimento espontâneo ocorrido no quotidiano não é suficiente (Eberbach & Crowley, 2009). São necessários contextos de aprendizagem para suportarem trajetórias que liguem as práticas diárias das crianças com o conhecimento adquirido (Henning, 2004). O pensamento abstrato poderá tornar-se mais importante à medida que se avança na idade, porque muitas experiências da vida terão que ser

reavaliadas, e mesmo comportamentos aprendidos do dia-a-dia que anteriormente podiam ser praticados através de uma rotina e de uma forma concreta, poderão agora necessitar de raciocínio abstrato, de forma a proporcionar uma nova resposta, dada a alteração das circunstâncias (Schale & Willis, 1999).

Muitos alunos que apresentam dificuldades na aprendizagem apresentam um pensamento abstrato pouco desenvolvido, pelo que necessitam de o trabalhar (Logsdon, 2014), uma vez que como referido anteriormente, e de acordo com (Lombardi, 2007; Hilton, 2010), este é fundamental para diagnosticar problemas, pesquisar e aplicar conhecimentos, propor soluções, e desenhar e implementar essas soluções.

2.2.3. Práticas epistémicas

As práticas epistémicas (PE) surgem do trabalho desenvolvido pelos alunos quando estes elaboram pesquisas no sentido de solucionarem um problema ou responderem a uma questão (Lopes et al., 2010). Estas desempenham um papel fundamental no processo de ensino-aprendizagem, já que permitem que os alunos desenvolvam, competências e conhecimentos mais profundos comparativamente a um ensino expositivo e orientado para a mera aprendizagem de conceitos (Lopes et al., 2009), e o pensamento abstrato (Eberbach & Crowley, 2009). Relativamente às PE e ao pensamento abstrato, verifica-se uma relação recíproca uma vez que, se por um lado as PE permitem o desenvolvimento do pensamento abstrato nos alunos (Eberbach & Crowley, 2009), por outro lado, também é necessário que este utilizem essa forma de pensamento para desenvolverem práticas epistémicas, caso contrário não irão, por exemplo, conseguir relacionar dados, formular hipóteses e analisar dados criticamente (Belo & Brandalise, 2011). Lopes et al. (2009, p.30) definem prática epistémica da seguinte forma: “No ensino, por prática epistémica entende-se o trabalho que o aluno realiza com vista à construção de conhecimento científico tendo como referência a atividade dos cientistas.”

O desenvolvimento de PE na sala de aula, permite que os alunos tomem consciência dos processos de construção do conhecimento e vejam a ciência

como produto da atividade humana na qual têm um papel fundamental a desenvolver (Lopes et al., 2009; Saraiva et al., 2012). Na Tabela 10 estão descritas sumariamente diferentes práticas epistémicas que podem emergir da atividade de pesquisa desenvolvida pelos alunos individualmente ou com a mediação do professor (Saraiva et al., 2012).

Tabela 10 - As práticas epistémicas e sua caracterização, adaptado de Saraiva et al. (2012) e Silva, Lopes e Silva (2013)

Práticas epistémicas	Descrição
Observar	Os alunos, individualmente ou supervisionados pelo professor, observam e descrevem objetos, imagens, esquemas, montagens experimentais, etc.
Descrever	Os alunos utilizam informações adquiridas para caracterizar objetos e fenómenos.
Apresentar ideia mobilizadora	Os alunos mobilizam conhecimentos anteriores no sentido de orientar uma maneira possível de resolver o problema.
Identificar condições empíricas	Os alunos identificam as condições empíricas da situação na qual o fenómeno ocorre.
Manusear equipamento	Os alunos manuseiam o equipamento seguindo as instruções dadas pelo professor.
Controlar variáveis	Os alunos implementam os procedimentos definidos para manter o controlo de variáveis, mudar variáveis independentes e monitorizar variáveis dependentes.
Questionar factualmente	Os alunos fazem perguntas para clarificar termos ou observações.
Organizar informação	Os alunos registam, classificam ou estruturam o conjunto de dados.
Comunicar de forma não autónoma	Os alunos apresentam as suas ideias ou resultados.
Interpretar	Os alunos interpretam imagens, diagramas, objetos, dados parciais, etc., explicando o seu significado.
Estabelecer relações	Os alunos estabelecem relações entre as variáveis dos dados e/ou conceitos em diferentes situações.
Questionar conceptualmente	Os alunos formulam questões e problemas baseados no conhecimento para obter nova compreensão do fenómeno, conceitos e modelos.
Conceptualizar	Os alunos fazem uma representação simbólica de um fenómeno.

Práticas epistémicas	Descrição
Criar múltiplas representações	Os alunos criam desenhos, esquemas ou representações simbólicas dos objetos ou fenómenos.
Avaliar criticamente	Os alunos analisam e argumentam, fazendo uma avaliação crítica de hipóteses, recursos, resultados, etc.
Comunicar autonomamente	Os alunos apresentam as suas ideias, resultados ou conclusões sobre o seu trabalho epistémico.
Modelar	Os alunos criam representações conceptuais de objetos ou fenómenos, utilizando uma determinada linguagem fornecida.

De acordo com Lopes et al. (2009) as PE podem permitir desenvolver diferentes competências nos alunos, entre as quais se destacam a descrição de fenómenos, a recolha e tratamento de informação, a formulação de questões-problemas e hipóteses, a manipulação de objetos tecnológicos, o planeamento de experiências, a identificação e controlo de variáveis, a comparação de previsões com resultados, a comunicação dos resultados e conclusões e o desenvolvimento do pensamento crítico. Segundo os mesmos autores, para que se promovam PE nos alunos, o professor deve partir de situações problemáticas contextualizadas, sendo apresentadas em forma de desafio. As tarefas apresentadas, caracterizadas por serem autênticas e abertas, devem permitir que os alunos, de forma autónoma e ativa, selecionem percursos com vista à resolução do desafio lançado (Lopes et al., 2009).

Pelo exposto, é notória a relação existente entre as práticas epistémicas e as tarefas autênticas, uma vez que é o desenho de tarefas autênticas que vão permitir o desenvolvimento de práticas epistémicas nos alunos. De acordo com Chinn e Malhotra (2002) as tarefas autênticas são tarefas de pesquisa que implicam o raciocínio científico. Por sua vez o raciocínio científico engloba processos cognitivos que correspondem às práticas epistémicas (observar, descrever, relacionar previsões com resultados, etc.) (Chinn & Malhotra 2002; Saraiva et al. 2012), pelo que é possível perceber até que ponto os alunos estão a desenvolver competências científicas através da verificação de ocorrência das práticas epistémicas (Lopes et al., 2009).

2.2.3.1. A mediação do professor no desenvolvimento das práticas epistêmicas

O papel do professor é central seja qual for o modelo de ensino adotado (Lopes et al., 2010). Para Lopes et al. (2009) este deve refletir sobre as suas práticas, ajustando-as quando necessário no sentido de promover um maior envolvimento dos alunos nas tarefas, tornando-os mais ativos e produtivos. O mesmo autor refere que neste sentido, o professor tem um papel de mediador na aprendizagem, e essa função inicia-se fora da sala de aula, quando este prepara as tarefas para os alunos, tendo continuidade na sala de aula, “quando garante acesso a recursos, reconhece autonomia e responsabilidade aos alunos, e quando monitoriza e corrige o envolvimento dos mesmos” (Lopes et al., 2009, p. 13). Segundo Lopes et al. (2010) por mediação do professor podemos entender:

As ações e as linguagens (naturais e outras) do professor construídas e postas em prática como resposta sistemática aos desafios de aprendizagem dos alunos nos seus percursos para atingir os resultados de aprendizagem (capacidades, valores, atitudes, conhecimentos e competências) pretendidos por um determinado currículo. (p. 5)

A mediação pode concretizar-se de diferentes formas: “ajudas, aspetos a discutir, informação a sistematizar, questões de aprofundamento e avaliação” (Lopes, 2004, p. 173).

É possível distinguir na mediação, seis componentes que se inter-relacionam (Lopes et al., 2010) e que estão brevemente descritas na Tabela 11.

Tabela 11 - As componentes da mediação e sua caracterização, adaptado de Lopes et al. (2010)

Componentes da mediação	Descrição
1. Mediadores	São os artefatos ou símbolos com os quais os alunos podem interagir e que permitem trabalhar e construir campos conceptuais e aumentar a compreensão acerca do que nos rodeia. Os mediadores podem ser os instrumentos psicológicos da mediação do professor (por exemplo: conceitos, princípios modelos, argumentos, demonstrações) ou podem ser mediadores epistémicos e só são eficazes se tiverem existência material (por exemplo: equações, representações gráficas, simulações, instrumentos).
2. Objeto epistémico	É a entidade / realidade a conhecer, com a qual o sujeito interage direta ou de forma mediada.
3. O outro	É um mediador humano (professor, família, outros) com quem o aluno interage para construir significados, em conjunto, sobre o que o rodeia. Pode estar presente fisicamente ou não.
4. Tarefa-desafio	É uma proposta de atividade que engloba o que os alunos têm que aprender e os desafios de aprendizagem que é preciso superar.
5. Resultados de aprendizagem:	Pretende-se atingir os resultados previstos no currículo de ensino.
6. Percurso de aprendizagem	É resultado da articulação entre a mediação do professor e os desafios de aprendizagem dos alunos, a sua atividade e envolvimento produtivo na demonstração pública dos seus progressos na aprendizagem.

A mediação do professor é composta pela dinâmica de interação com “o outro” e pela dinâmica de interação com o objeto epistémico, iniciando-se e desenvolvendo-se através de tarefas adequadas aos alunos, mobilizando os seus conhecimentos prévios, e aumentando a sua influência com a introdução e uso de mediadores epistémicos (Lopes et al., 2010).

Lopes et al. (2010) constataram que há características de mediação que são fundamentais para que se promovam PE nos alunos, entre as quais se destacam:

- a apresentação e implementação de tarefas desafio (estas tarefas devem ser apresentadas de forma clara e contextualizada, acompanhadas da informação necessária e com orientações do trabalho realmente pedido aos alunos);

- a solicitação de representações esquemáticas, de descrição de imagens, de análise e apresentação de resultados sob a forma de ações e apresentações orais;
- a formulação de questões sobre aquilo que se pretende alcançar, estimulando o diálogo e a partilha de ideias;
- o incentivo à autonomia do aluno no desenvolvimento das tarefas;
- a avaliação de forma predominantemente formativa, que permita a monitorização da aprendizagem e o fornecimento de feedback, para que o aluno reorienta a sua ação;
- a valorização epistémica (o professor deve valorizar as práticas epistémicas dos alunos);
- a introdução de mediadores epistémicos;
- a sintetização da informação.

De salientar que, e segundo Lopes et al. (2010), embora a mediação do professor seja crucial para o desenvolvimento de PE, nomeadamente para o desenvolvimento de PE consistentes e continuadas, algumas destas surgem de modo espontâneo, independentemente da ausência de esforço por parte do professor para as promover ou das características das tarefas apresentadas. Estes autores dão como exemplo destas PE espontâneas, a ideia mobilizadora, a identificação de condições empíricas, o questionamento de factos, a interpretação e manuseamento de material de modo factual. No entanto estas práticas, “ao não serem alimentadas pelo professor, não evoluem para PE de nível conceptual mais elevado “(Lopes et al., 2010, p. 37).

Em síntese, a mediação do professor é sempre uma resposta sistemática aos desafios de aprendizagem dos alunos nos seus percursos de aprendizagem específicos, tendo em vista os resultados de aprendizagem pretendidos, sendo fundamental para que se potenciem ou desenvolvam PE nos alunos (Lopes et al., 2010).

2.2.3.2. Tarefas autênticas e TIC

As TIC podem ser vistas como mediadores epistêmicos, uma vez que constituem instrumentos com os quais os alunos podem interagir e trabalhar durante a realização das tarefas autênticas, para construir campos conceituais e aumentar a compreensão acerca do que os rodeia (Lopes et al., 2010).

O uso de diferentes formas de tecnologia nas aprendizagens autênticas revela-se uma mais-valia, uma vez que, fornecem ferramentas poderosas para potenciar as aprendizagens dos alunos (Fenton, 2008). Herrington & Kervin (2007) referem igualmente que a tecnologia fornece a oportunidade para utilizar ferramentas cognitivas poderosas que podem ser usadas pelos alunos para resolver problemas autênticos e complexos. Estes mesmos autores afirmam ainda que a tecnologia pode desempenhar um papel importante no suporte de aprendizagens de ordem superior, já que, segundo Churchill (2005, p. 347), *“technology amplifies our intellectual and physical capacity”*. Lombardi (2007) refere que a tecnologia proporciona o acesso a fenómenos que de outra forma permaneceriam opacos para muitos principiantes, e que a visualização de *softwares*, imagens, ficheiros de áudio, entre outros, é uma forma de trazer abstrações à vida. No entanto, Herrington e Kervin (2007) chamam a atenção para o facto de muitas vezes acontecer que os professores, quando alargam o uso das tecnologias, acabarem por ser os únicos a usar essa mesma tecnologia (muitas vezes sob a forma de exposição de conteúdo, nomeadamente com as apresentações em PowerPoint), quando o fundamental é que sejam os alunos a utilizar as TIC como “parceiros intelectuais” e como ferramentas para analisar e interpretar o seu conhecimento (Herrington & Kervin, 2007).

De facto, o uso das TIC, permite que muitas vezes os alunos gravem as suas aprendizagens, o que faz com que estes posteriormente possam refletir sobre elas, fazendo atualizações, recuperando dados, partilhando-os e armazenando-os, o que contribui para a criação de produtos que seriam impossíveis de realizar através do tradicional uso do lápis e papel (Herrington & Kervin, 2007). Cabe ao professor a responsabilidade de assegurar que as experiências do uso da tecnologia estejam associadas com o propósito das experiências de aprendizagem autêntica (Herrington & Kervin, 2007). Lombardi

(2007) defende que a aprendizagem autêntica pode apoiar-se em *softwares* educativos desenvolvidos para simular cenários típicos que os profissionais encontram em situações reais. Segundo este mesmo autor, o suporte tecnológico, para os ambientes de aprendizagem autêntica dos dias de hoje, inclui normalmente:

- Acesso à internet de alta velocidade para provisão de informação multimédia, inclusivamente dados dinâmicos e visualizações práticas de fenómenos complexos e, acesso a instrumentação remota em conjunto com ajuda especializada;

- Comunicação assíncrona e síncrona e ferramentas de trabalho em rede social como apoio para auxiliar o trabalho em equipa, incluindo investigação colaborativa online, partilha de recursos, e construção de conhecimento;

- Sistemas de ensino inteligente, laboratórios virtuais, mecanismos de *feedback* que reúnem a informação importante acerca do desempenho dos alunos e que ajuda o aluno a transpor a sua aprendizagem para novas situações;

- Dispositivos móveis para aceder e introduzir dados no decorrer de investigações de campo.

No presente trabalho tem especial importância o último ponto, uma vez que se desenharam e implementaram atividades, onde o uso conjunto dos sentidos e sensores estiveram presentes na caracterização do meio. A utilização de sensores eletrónicos é cada vez maior, e tem modificado as experiências sensoriais humanas, sendo que a sua utilização conjunta permite a criação de modelos mentais mais complexos (Silva, 2012). Também Fenton (2008) considera os sensores dispositivos potenciadores das aprendizagens dos alunos.

Os sensores são dispositivos móveis de registo de dados (Fenton, 2008) que são usados como extensões dos sentidos humanos (Magnani, 2004). Segundo Silva, Lopes e Barbot (2013), no ensino das ciências, o uso de ferramentas, como os sensores, permite adquirir, interpretar e representar informação ambiental, podendo criar, através da mediação docente, um

contexto de práticas epistémicas com transições entre o concreto e o abstrato. Os sensores são assim mediadores epistémicos, promotores do desenvolvimento de práticas epistémicas nos alunos, uma vez que a sua utilização na realização de tarefas autênticas, e de acordo com Silva, Lopes e Barbot (2013), permite que os alunos desenvolvam competências de observação, análise e interpretação de dados, estabeleçam relações entre variáveis, construam representações múltiplas do mesmo fenómeno, façam previsões, e retirem conclusões.

2.2.4. Componentes das aprendizagens autênticas

Rule (2006) identificou quatro componentes da aprendizagem autêntica, após ter analisado qualitativamente 45 artigos publicados, que descreviam aprendizagens autênticas, em diferentes disciplinas:

1) A aprendizagem autêntica envolve problemas reais

Na sequência do que já foi mencionado nas secções anteriores, pode salientar-se que, as tarefas autênticas focam um problema real com a possibilidade de ter um impacto em pessoas para além dos alunos envolvidos na investigação. Este facto permite que o problema deixe de ser apenas um exercício e passe a ser algo mais importante, permitindo que os alunos se tornem emocionalmente partes interessadas no problema (Maina, 2004; Rule, 2006). O ensino das ciências deve incluir tarefas autênticas que se refiram a problemas reais com que os cientistas se deparam, permitindo que os alunos investiguem problemas do seu dia-a-dia e da sua comunidade (Rule, 2006).

2) Aprendizagem autêntica através da pesquisa e capacidades de raciocínio

Ainda na sequência do referido nas secções anteriores importa realçar que, para além de se fornecerem contextos autênticos de aprendizagem aos alunos, estes devem também exercitar pensamentos de ordem superior enquanto aprendem. Isto ocorre durante o trabalho desenvolvido pelos cientistas e deve ser aplicado aos alunos no ensino das ciências. O ensino e a aprendizagem das ciências deve refletir o processo científico de construção de conhecimento, que implica uma pesquisa experimental e teórica. A aprendizagem autêntica nas ciências “*must involve true inquiry*” (Renzulli et al.,

2004, citado por Rule, 2006, p. 3), isto é, na aprendizagem autêntica, as tarefas devem ser igualmente autênticas. É necessário que as experiências de aprendizagem autêntica permitam que o aluno assuma o papel de investigador que pensa criticamente e criativamente (o que implica pensamento abstrato) (Rule, 2006).

3) Aprendizagem autêntica ocorre através da partilha de ideias dentro de um grupo de alunos

Na aprendizagem autêntica é relevante o conceito de comunidades de aprendizagem ou comunidades de prática (Rule, 2006). Uma comunidade de prática é, segundo Wenger (2006), um grupo de pessoas que partilha um interesse ou uma paixão por algo que fazem, e aprendem a fazê-lo melhor, uma vez que há uma interação regular entre os membros. Estas comunidades são formadas por pessoas que se envolvem num processo de aprendizagem coletiva, num ambiente de partilha e empenho (Figueiredo, 2005; Wenger, 2006). A comunidade de prática/aprendizagem tem vários aspetos (Rule, 2006) e há três características essenciais para que uma comunidade seja considerada uma comunidade de prática: a área de interesse (a identidade da comunidade de prática é definida através da partilha de uma área de interesse), a comunidade (os membros da comunidade de prática desenvolvem atividades conjuntas, ajudam-se mutuamente e partilham informação, estabelecendo relações que lhes permite aprender juntos) e a prática (os membros da comunidade de prática são agentes ativos: desenvolvem um processo de partilha de experiências, ferramentas, histórias, formas de encarar problemas recorrentes) (Wenger, 2006).

A conceção das comunidades de prática tem por base os princípios do construtivismo social de Vygotsky, uma vez que, segundo esta teoria, o desenvolvimento da inteligência é fruto da interação entre o indivíduo e o meio social, ou seja, o conhecimento resulta não de um processo de transmissão, mas de um processo de internalização das interações sociais (Figueiredo & Afonso, 2005). Vygotsky concebe o homem como produto de um conjunto de relações sociais (Freitas, 2000), defendendo que as pessoas aprendem em grupo, colaborando umas com as outras, e partilhando abertamente as suas ideias, experiências e sabedorias (Neves & Damiani, 2006).

A interação e debate de ideias com colegas e com base em orientações dadas durante atividades de pesquisa científica, constituem os alicerces para o desenvolvimento de pensamento e compreensão científica (Rule, 2006). As investigações científicas devem criar uma aproximação dos alunos aos cientistas através da partilha de dados, da crítica e comunicação direta, e devem envolver os processos argumentativos utilizados pelos cientistas de forma a que os alunos consigam atingir a mesma compreensão. Quanto mais alto for o nível de aprendizagem autêntica que se foca no pensamento de ordem superior, numa pesquisa profunda e organizada, num discurso substantivo e nas ligações com o mundo real, mais alto será o nível de desempenho dos alunos.

4) A aprendizagem autêntica é centrada nos alunos

Concluindo, o problema tem que ter um enquadramento pessoal de referência e deve ser aberto, isto é, o aluno deve definir qual o problema a investigar e escolher o caminho para a sua resolução. A aprendizagem é uma experiência individual, e deve ser personalizada (parte-se sempre daquilo que o aluno conhece e vivenciou). O aluno é desafiado no sentido de tomar decisões e refletir.

2.2.5. A avaliação num contexto de aprendizagem autêntica

Atualmente, é objetivo da educação que os alunos desenvolvam competências e processos de pensamento de ordem superior, em detrimento de uma aquisição simples de conhecimento, muitas vezes resultante numa acumulação de conceitos e factos (Birenbaum, 2003). Gulikers, Bastiaens e Kirschner (2004), referem que, esta mudança de objetivo, implica que as formas de avaliação tenham também que sofrer alterações, uma vez que, a forma de avaliação tradicional, em que se aplicam testes para perceber se o aluno adquiriu determinados conhecimentos ou não, se revela inadequada. A função da avaliação deixa de ser meramente sumativa para também desempenhar um papel formativo, ao promover e melhorar a aprendizagem do aluno (Segers, Dochy & Cascallar, 2003).

A aprendizagem dos alunos está muito dependente da avaliação e da percepção que os alunos têm dos requisitos de avaliação (Gibbs, 1992 citado por Gulikers et al., 2004). Para desenvolver uma aprendizagem autêntica e melhorar os conhecimentos dos alunos é necessário que a avaliação autêntica esteja em sintonia com o ensino autêntico (Gulikers et al., 2004). A avaliação autêntica deverá assim estimular os alunos a desenvolver capacidades ou competências relevantes para a sua vida e trabalho futuros, focando-se na aplicação do conhecimento a situações atuais e reais (Dochy, 2001; Gulikers Bastiaens & Kirschner, 2006). Mas como podemos definir avaliação autêntica? O conceito de autenticidade não é um conceito claro, podendo ser descrito de diferentes maneiras. Segundo Honebern, Duffy e Fisheman (1993, citado por Gulikers et al., 2006), a autenticidade de alguma coisa só pode ser definida através da sua semelhança a outra coisa, e é a especificação dessa “outra coisa” que é crucial para uma posterior discussão e análise do conceito de autenticidade. Sistematizando, as tarefas são autênticas porque se assemelham ao trabalho desenvolvido na investigação científica.

A avaliação autêntica pode ser então entendida como aquela que requer dos alunos as mesmas competências, ou combinações de conhecimentos, capacidades e atitudes, que vão ser necessárias aplicar na situação em causa (Gulikers et al., 2004). Knobloch (2003, p. 23) baseado nos trabalhos de Ormrod (2000) e Woolfolk (2001) refere que *“authentic assessment (...) measures student performance using procedures that simulate the application of real-life tasks”*. Assim, uma avaliação autêntica tem de ser uma avaliação de processo ou contínua. Este tipo de avaliação desenvolve-se envolvendo o aluno em tarefas e procedimentos onde aplicam as suas competências e conhecimentos na resolução de problemas da vida real (Wiggins, 1993 citado por Figueiredo, 2005).

Num contexto de aprendizagem autêntica, em que os alunos realizam tarefas autênticas, a avaliação feita deve ser igualmente autêntica, de forma a avaliar, entre outras competências, o desenvolvimento do pensamento abstrato dos alunos, nomeadamente através da análise das práticas epistémicas desenvolvidas por estes durante as tarefas autênticas (Silva, Lopes & Silva, 2013).

A avaliação num ambiente de aprendizagem autêntica não deve estar restrita a um único método (Lombardi, 2007). Segundo Lombardi, (2007, p. 9), *“Rather than relying on a single assessment method, instructors who adopt authentic learning methods must analyze multiple forms of evidence to measure student performance, including observations of student engagement and artifacts produced in the process of completing tasks”*.

As formas de avaliação da aprendizagem autêntica mais frequentes são *“learning portfolios, projects, essays, and presentations”* (Johnson, 2002, citado por Figueiredo, 2005, p. 134). Estas quatro formas de avaliação autêntica podem muitas vezes estar misturadas como acontece, por exemplo, quando um aluno desenvolveu um projeto e descreve os seus resultados escrevendo um artigo e fazendo a respetiva apresentação (Figueiredo, 2005). Herrington e Kervin (2007), chamam a atenção para a importância da utilização dos portefólios como técnica de avaliação autêntica dos pensamentos de ordem superior, uma vez que, quando usados para que os alunos criem produtos para serem avaliados, estes portefólios *“demonstrates a clear purpose and outcome, models an authentic situation, emphasises process over product gives students choices, encourages the appropriate, discriminatory use of online resources, and enables students to examine and presente many viewpoints* (Kendle & Northcote, 2001, p. 921).

É importante referir ainda que, para que a avaliação autêntica seja eficaz, os alunos devem ter a oportunidade de realizar tarefas com essa forma de avaliação antes que esta seja utilizada efetivamente para avaliar. Isto implica que a tarefa de avaliação seja semelhante à tarefa de aprendizagem, com diferentes objetivos subjacentes (Schnitzer, 1993, citado por Gulikers et al., 2004).

2.2.6. Desenvolvimento de aprendizagens autênticas: valorização e desafios

As vantagens do desenvolvimento da aprendizagem autêntica nos dias de hoje são evidentes: pretende-se formar alunos com um leque de competências muito vasto, que inclua não só competências de índole conceptual, mas também competências de competitividade, criatividade, espírito crítico, sociais, e que se sintam preparados para lidar com situações

complexas futuras (Hart, 2006; Lombardi, 2007). De acordo com Lombardi (2007) a aprendizagem autêntica revela-se como uma boa aposta perante os novos desafios impostos em grande parte pelo mercado de trabalho. No entanto, Figueiredo (2005) refere, que se verifica ainda que a visão mecanicista da aprendizagem em que se privilegia o depósito de conteúdos continua a dominar o atual cenário educacional. A justificação desta constatação prende-se com o facto de por um lado se verificar alguma preferência por parte dos alunos pelo tradicional modo de instrução, já que estes estão formatados desde muito cedo para questões do tipo certo ou errado, e não se sentem muitas vezes confortáveis com questões problema que possam ter diferentes e variadas soluções (Lombardi, 2007). Segundo Perry (1981, citado por Lombardi, 2007, p. 10) os alunos acreditam que *“right answer exists somewhere for every problem, and authorities know them. Right answers are to be memorized by hard work.”*

Por outro lado, o uso das novas ferramentas tecnológicas de que se destaca a utilização da Internet, só se tornou prática corrente nas escolas portuguesas há cerca de dez anos. Segundo o Inquérito à Utilização de Tecnologias da Informação e da Comunicação pelas Famílias: 2005 a 2008, realizado pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), (2009, p. 3), a “escola tem sido, nos últimos quatro anos, o local onde os indivíduos dos 10 aos 15 anos mais têm utilizado o computador e acedido à Internet”. Em 2012, foi realizado pelo INE o mesmo inquérito, que revela que a “a escola é ainda uma referência importante na utilização destas TIC, (...): 69% de utilizadores de computador e 65% de utilizadores de Internet declaram usar estas tecnologias na escola em 2012.” (INE, 2012, p. 7).

Se a aprendizagem autêntica é uma aprendizagem que deve ser realizada num determinado contexto específico, ou seja, deve acontecer com tarefas, interações e ambientes sociais enriquecedores, o crescente avanço da tecnologia está a torná-la cada vez mais possível de se concretizar (Figueiredo & Afonso, 2005). No entanto, em Portugal, tem-se assistido a uma série de medidas governamentais que podem dificultar uma melhoria no ensino experimental das ciências, nomeadamente pela abordagem das aprendizagens autênticas, das quais se destacam:

- um decréscimo acentuado nos incentivos financeiros, por parte do Ministério da Educação e Ciência, para aquisição de computadores e outros equipamentos tecnológicos no ensino básico, o que constitui um entrave à implementação das aprendizagens autênticas nas escolas. A relação alunos /computador no 2.º CEB, em 2008/2009, era de 1,1 passando para 3,1 em 2011/2012 (Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência, 2014).

- um crescente número de alunos por turma (atualmente algumas turmas chegam a atingir os 36 alunos), o que dificulta quer a gestão dos recursos materiais disponíveis nas escolas, quer o ensino contextualizado e orientado para as necessidades individuais dos alunos.

- as metas curriculares definidas pelo MEC (2013) para a área curricular de Estudo do Meio, do 1º ciclo do ensino básico, e para a área curricular de Ciências Naturais, do 2º ciclo do ensino básico, estão orientadas para a aquisição de competências muito centrada nos conteúdos, e pouco centrada no desenvolvimento de competências de natureza científica (formular hipóteses, fazer previsões, selecionar e relacionar variáveis, tirar conclusões), uma vez que a aposta nas atividades experimentais é muito reduzida.

Outro dado importante é que, desde 2010, se verifica uma inversão na tendência de valorização da formação dos professores do ensino básico, no ensino experimental das ciências. Entre 2006 e 2010, a Direção-Geral de Inovação e do Desenvolvimento Curricular (DGIDC) desenvolveu em Portugal o Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências (PFEEC) para professores do 1.º CEB. Este programa de formação teve como finalidade desenvolver competências profissionais dos professores do 1.º CEB, para que aumentassem os níveis de literacia científica dos alunos (DGIDC, 2006). O estudo de avaliação concluído em 2011 (Martins et al., 2012), sobre o impacto deste programa de formação, permitiu concluir que, os professores, após a formação passaram a recorrer a atividades experimentais com controlo de variáveis, a debates na turma, a exercícios práticos, a experiências de verificação e sensoriais, a saídas de campo, trabalho de projeto, recurso a exposição oral de temas com recurso a cartazes, transparências, esquemas no quadro, em vez da exposição oral de conteúdos pelo professor. Os professores passaram a incorporar nas suas práticas docentes as etapas fundamentais de

uma atividade experimental (contextualização da atividade, problematização e formulação da questão-problema, preparação dos recursos adequados à realização da experiência, execução da experiência, registo de dados, análise e discussão dos dados, sistematização das conclusões, resposta à questão-problema).

A questão da avaliação realizada pelos professores aos alunos, também sofreu mudanças, uma vez que os professores consideram que, após o programa de formação, passaram a implementar múltiplas estratégias de participação dos alunos no processo de avaliação. Relativamente ao impacto do PFEEC nas aprendizagens dos alunos, analisaram-se dois grupos de alunos, um grupo experimental, que teve professores integrados neste programa de formação e um outro grupo em que tal não se verificou e que portanto serviu de grupo de controlo. Não foram evidentes as diferenças entre os dois grupos analisados, uma vez que a diferença amostral não foi suficiente para afirmar que as classificações do GE diferiam significativamente das dos alunos do GC. No entanto, e tendo em conta as melhores classificações obtidas no GE e no GC, verificou-se que as melhores classificações foram globalmente superiores no GE.

Um outro programa de incentivo ao ensino experimental das ciências nas crianças, é o programa Ciência Viva, em vigor desde 1996 (Ciência Viva, 2014). Este programa, tem colmatado algumas necessidades de formação de docentes e alunos na área das ciências (Ciência Viva, 2014). Tem como principal linha de ação apoiar o ensino experimental das ciências e promover a educação científica na escola. A escola é o espaço de prioridade de intervenção deste programa, onde se procura o reforço do ensino experimental das ciências e a mobilização da comunidade científica e das suas instituições para a melhoria da educação científica (Ciência Viva, 2014). Inserido nesta linha de ação destaca-se a realização anual de um concurso nacional de projetos de educação científica, e um programa de ocupação científica de jovens em laboratórios e unidades de investigação durante as férias (Ciência Viva, 2014). Uma outra linha de ação deste programa relaciona-se com a Rede Nacional de Centros Ciência Viva, concebidos como espaços interativos de divulgação científica para a população (Ciência Viva, 2014). A terceira linha de

ação visa a realização de campanhas nacionais de divulgação científica, o que permite que a população usufrua de oportunidades “de observação de índole científica e de contacto direto e pessoal com especialistas em diferentes áreas do saber”, de que são exemplo a Semana da Ciência e da Tecnologia, Astronomia no Verão e Biologia no Verão (Ciência Viva, 2014).

Pelo exposto, faz sentido que o MEC aposte neste tipo de programas de formação, já que, são inúmeras as vantagens deste tipo de iniciativas, quer para professores, quer para os alunos, e é através desta valorização do ensino das ciências que se conseguirá formar alunos com capacidades de decisão e escolha fundamentada.

Um dado positivo em relação à formação dos professores, é a abertura de cursos de mestrado de especialização na área do ensino experimental das ciências, como por exemplo: Curso de Mestrado em Ensino Experimental das Ciências, Curso de Mestrado em Didática das Ciências da Natureza e da Matemática, que possibilita uma maior formação científica e pedagógica destes profissionais, que se repercutirá posteriormente numa melhoria das práticas de ensino.

Em síntese, a aprendizagem autêntica é uma abordagem de ensino que, não sendo nova, é atual, já que vai ao encontro das necessidades dos alunos no sentido de promover o pensamento científico nos mesmos. A apresentação de tarefas autênticas pelos professores, motivadoras e significativas para os alunos, constitui ferramentas poderosas e potenciadoras do desenvolvimento de práticas epistémicas. Em última análise, a aposta nas aprendizagens autênticas, com a implementação de tarefas autênticas, poderá constituir uma forma de alcançar o sucesso educativo na área das ciências. No entanto a implementação de tarefas autênticas encara alguns desafios, nomeadamente: ao nível dos recursos, nomeadamente no que concerne a equipar as escolas com TIC, já que se tem verificado um menor investimento neste campo, por parte do MEC, nos últimos três anos; resistências de professores e alunos a abordagens em que o aluno tem um papel ativo no processo de aprendizagem; a gestão e a adequação das tarefas autênticas aos conteúdos curriculares, tendo em conta o número de alunos por turma, e a extensão dos programas curriculares. Para que se consiga fazer face a estes desafios, e como referido

anteriormente, tem-se mostrado importante os apoios à implementação de programas de ensino experimental das ciências. Assim, constata-se a necessidade de apoiar as aprendizagens autênticas, não só em termos de recursos e formação mas também em termos metodológicos.

Capítulo 3 – Metodologia da Investigação

Neste capítulo serão descritas e fundamentadas as opções metodológicas da presente investigação. Inicialmente, apresentar-se-ão os objetivos da investigação, bem como o problema central do estudo e as questões de investigação associadas. De seguida, caracterizar-se-á o tipo de investigação e será feita a descrição do estudo: descrição dos estudos exploratórios, e descrição dos quatro estudos de caso integrantes do trabalho de investigação - seleção e caracterização dos participantes de cada um dos estudos de caso, descrição das fases de conceção dos estudos de caso, e apresentação e implementação das propostas didáticas. Por último, serão descritas as técnicas de recolha análise e tratamento de dados, selecionadas em função do problema e das questões de investigação associadas.

3.1. Caracterização da investigação

Tendo em conta a necessidade crescente de uma melhor formação científica das crianças e jovens numa sociedade cada vez mais marcada pelos progressos da Ciência e da Tecnologia, é desejável que se encontrem metodologias de ensino eficazes no processo de aprendizagem (Conselho Nacional da Educação, 2011). A aprendizagem autêntica, como referido no Capítulo 2, é uma abordagem que parte de situações reais, procurando a resolução de problemas num contexto específico, utilizando diferentes ferramentas, e em que o aluno é o sujeito principal no desenvolver de todo o processo de ensino-aprendizagem. A aquisição de novo conhecimento faz-se por interação com os conhecimentos que o aluno já possui (Lombardi, 2007). Não sendo um conceito novo, é um conceito atual face às necessidades individuais demonstradas pelos diferentes alunos, e face aos desenvolvimentos tecnológicos que permitem abordagens mais reais, diversificadas e amplas dos problemas em estudo (Tomlinson & Allan, 2006).

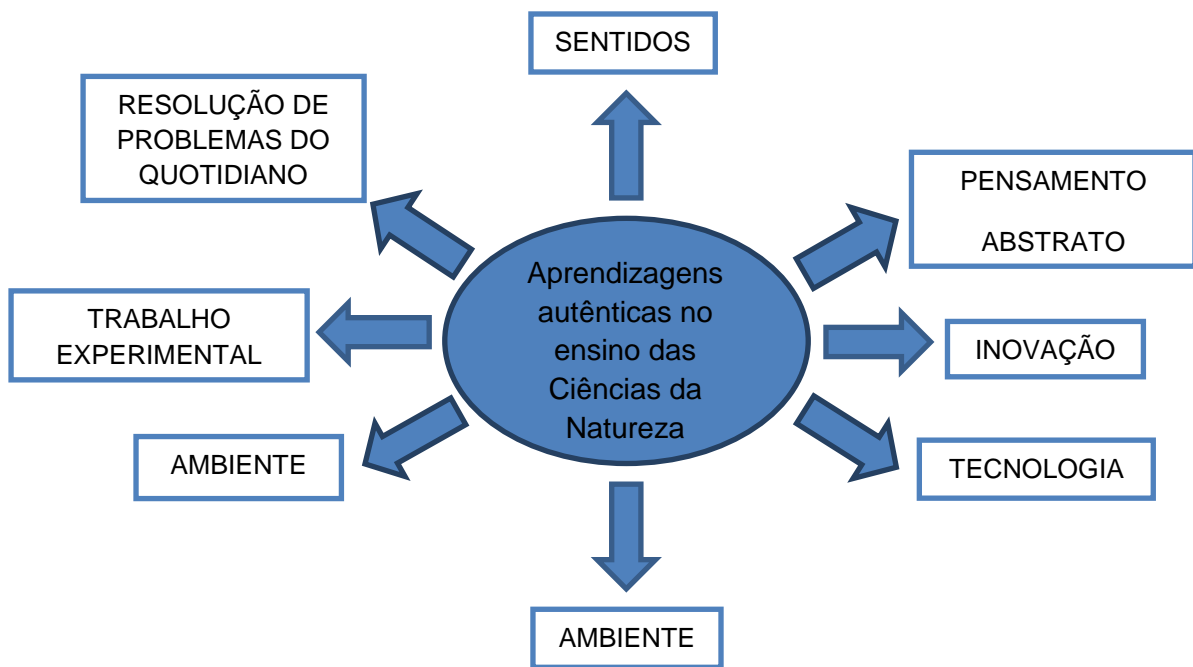
3.1.1. Objetivos da investigação

Neste trabalho investigativo, sobre atividades escolares autênticas de caracterização de grandezas ambientais, pretende-se:

- Percecionar a importância da articulação dos sentidos e dos sensores na caracterização de variáveis ambientais;
- Desenvolver estratégias que fomentem o interesse pela Ciência por parte dos alunos e que promovam a aprendizagem autêntica no ensino experimental das Ciências da Natureza;
- Identificar boas práticas docentes no campo da aprendizagem autêntica;
- Reconhecer práticas epistémicas que permitam o desenvolvimento de competências epistémicas nos alunos, a partir da realização de atividades autênticas, isto é, atividades que adaptem a contextos didáticos o trabalho desenvolvido pelos cientistas;
- Analisar ambientes de aprendizagem onde se estimule a interação dos alunos com o meio ambiente, de forma a promover a sua caracterização com significação de conceitos abstratos;
- Identificar dificuldades e desafios sentidos pelos professores na implementação de tarefas autênticas de Ciências da Natureza no 2.º Ciclo do Ensino Básico.

Neste trabalho pretende-se, assim, desenvolver abordagens para a implementação de aprendizagens autênticas nas Ciências da Natureza, interligando grandezas ambientais e apostando no ensino experimental investigativo e numa lógica de resolução de problemas (ver Figura 6).

Figura 6 - Dimensões da aprendizagem autêntica no ensino das Ciências da Natureza no 2.º CEB



A análise da Figura 6 permite-nos tomar consciência que a abordagem selecionada para a presente investigação tem múltiplas dimensões. Estas, uma vez interligadas, permitirão alcançar o objetivo central de todo o estudo: criar conhecimento que apoie, facilite e promova as aprendizagens autênticas nas Ciências da Natureza no 2.º Ciclo do Ensino Básico, interligando grandezas ambientais no processo de caracterização do meio. O trabalho experimental será a estratégia docente de excelência, utilizada no sentido de promover, com os alunos, atividades autênticas, inovadoras, baseadas na resolução de problemas e utilizadoras da tecnologia. Estas atividades terão em conta a importância da análise e compreensão das componentes ambientais no quotidiano dos alunos. Desta forma, será possível trabalhar conceitos muitas vezes abstratos, promovendo a sua significação e, assim, desenvolvendo o pensamento abstrato dos alunos (Reeves et al., 2002).

3.1.2. Problema de investigação

Podemos definir do seguinte modo o problema central deste estudo:

Tem sido constatada a necessidade de apoiar o desenvolvimento de atividades e aprendizagens autênticas nas Ciências da Natureza no 2.º Ciclo do Ensino Básico, nomeadamente no que se refere ao trabalho experimental e à interligação de grandezas ambientais no processo de caracterização do meio.

A partir do problema central enunciado, apresenta-se de seguida um conjunto de questões que se pretende analisar ao longo do trabalho de investigação:

Q11 - Que papéis pode desempenhar a utilização conjunta dos sentidos e dos sensores, nas atividades autênticas de caracterização do meio?

Q12 - Que práticas epistémicas são desenvolvidas pelos alunos na realização de atividades autênticas e qual a mediação do professor nesse processo?

Q13 - As atividades autênticas propiciam a significação de conceitos abstratos pelas crianças?

Q14 - Que dificuldades/desafios sentem os professores na implementação de tarefas autênticas?

Importa aqui explicitar a relação entre tarefas e atividades autênticas: a implementação das tarefas autênticas, desenhadas pela investigadora e professoras participantes deste estudo pode dar origem a atividades autênticas, tendo em conta o trabalho realizado pelos alunos

3.1.3. Tipo de investigação

Na escolha do método de uma investigação deve ter-se em conta a natureza do estudo que se vai desenvolver, uma vez que a investigação tem como objetivo compreender os fenómenos do mundo, o que é influenciado pelo modo como o vemos (Jorge, 2005). Este trabalho de investigação, tendo como ponto de partida o problema de investigação e as questões de investigação já

mencionadas, é de natureza qualitativa, já que predomina um interesse mais centrado nos processos do que nos resultados e que os dados são de natureza descritiva (Bodgan & Biklen, 2013). O método qualitativo permite estudar a realidade sem a fragmentar e sem a descontextualizar e permite situar o objeto de estudo nas suas particularidades e não na obtenção de leis gerais (Almeida & Freire, 2000). A investigação qualitativa centra-se “naquilo que as coisas significam, ou seja no *porquê* dos acontecimentos e no *que* aconteceu” (Tuckman, 2001, p. 676), analisando os dados indutivamente, extraíndo significados a partir dos dados recolhidos, sem procurar informação para testar hipóteses (Bodgan & Biklen, 2013), o que se verifica neste estudo.

A presente investigação consiste num estudo multi-casos (Cohen, Manion & Morrison, 2007), que reúne quatro estudos de caso. Um estudo de caso, segundo Ponte (2006), tem um carácter particular já que analisa uma situação específica que poderá ser única em vários aspetos. De acordo com este autor, ao analisar-se o que há de mais característico na situação em estudo, contribui-se para a compreensão global do fenómeno de interesse. Para Bogdan e Biklen (2013, p. 91) “o estudo de caso consiste na observação detalhada de um contexto, ou indivíduo, de uma única fonte de documentos ou de um acontecimento específico”.

De referir ainda que, neste estudo, os quatro estudos de caso têm características de investigação-ação. As pesquisas deste tipo têm como principal objetivo melhorar as práticas dos participantes, o seu entendimento das mesmas e as situações dentro das quais se inserem (Tuckman, 2001), pretendendo-se “resolver problemas de carácter prático (...) a partir da consideração da situação real” (Carmo & Ferreira, 2008, p. 228). Na investigação-ação utilizam-se procedimentos sistemáticos, implementados por professores (ou outros profissionais), para obter informação e melhorar, quer a forma como um contexto funciona, quer o ensino e a aprendizagem (Creswell, 2008). Na investigação-ação é utilizado um processo cíclico ou em espiral, que alterna entre a ação e a reflexão crítica, e em que nos ciclos que se seguem, “são aperfeiçoados, de modo contínuo, os métodos, os dados e a interpretação feita à luz da experiência (conhecimento) obtida no ciclo anterior” (Coutinho et al., 2009, p. 360). Tendo isto em consideração, embora este estudo não cumpra

todo o ciclo da metodologia de investigação-ação, não podendo ser considerado, em toda a sua essência, um estudo de investigação-ação (por exemplo, as atividades conceptualizadas, implementadas, e avaliadas não foram introduzidas num novo ciclo de estudo, não se completando a espiral de ciclos, entre a teoria e a prática), apresenta várias das suas características principais, já que, nesta investigação é objetivo melhorar a prática educativa, através da análise do desempenho dos alunos nas atividades de carácter prático propostas, e da reflexão sobre as ações do professor no processo de ensino-aprendizagem.

3.2. Descrição do estudo

Nesta secção são descritas as diferentes etapas de desenvolvimento do estudo.

3.2.1. Estudo exploratório

A primeira etapa da implementação deste estudo consistiu na realização de um estudo exploratório, utilizando-se duas abordagens complementares, ambas em contexto de formação de professores, no sentido de confirmar de forma situada a utilidade e usabilidade do conceito de aprendizagem autêntica para futuros docentes. A realização de estudos exploratórios tem como objetivo proporcionar uma visão geral sobre o tema da investigação, aumentando o conhecimento que o investigador tem acerca dele (Cohen et al., 2007). Estes estudos são especialmente relevantes quando o tema escolhido é considerado ainda pouco explorado (Cohen et al., 2007), o que acontece na área das aprendizagens autênticas, nomeadamente em Portugal.

A primeira abordagem exploratória, realizada com alunos do 2.º ano do Curso de Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto (ESEIPP), no ano letivo 2012-2013, consistiu na apresentação do conceito de aprendizagem autêntica, e das principais características das tarefas autênticas, já que através da implementação dessas mesmas tarefas se poderão promover aprendizagens autênticas. Verificou-se que foi rápida a apropriação e aplicação do conceito pelos alunos. Posteriormente, numa segunda fase, foi-lhes pedido

que elaborassem em grupos de trabalho, uma pequena tarefa autêntica, que pudesse promover aprendizagens autênticas nos alunos com idades compreendidas entre os 9 e os 12 anos de idade. Os alunos responderam ao desafio lançado, e desenharam tarefas que tinham o mesmo enquadramento temático dos trabalhos de pesquisa que cada um dos quatro grupos já estava a desenvolver no âmbito da Unidade Curricular “Experimentar o Ambiente com as Crianças”. Essas tarefas foram posteriormente analisadas pela investigadora que pôde constatar a presença de algumas das características das tarefas autênticas apresentadas previamente, tais como: partem de questões-problema (“Como se transforma a água de um rio em água potável?”, “Como tornar a nossa escola autossustentável?”); permitem que os alunos explorem o meio que os rodeia, o local onde vivem, tendo desta forma maior relevância na vida destes; recorrem ao trabalho experimental como estratégia para a resolução de problemas, com utilização de sensores e outros materiais de laboratório para caracterizar alguns parâmetros ambientais (vento, água); é atribuído às crianças o papel de investigadores que detêm o papel principal em todo o processo; promovem o trabalho de grupo e de pesquisa; são utilizados variados recursos; a avaliação dos alunos tem em conta o empenho dos mesmos e incide no desenvolvimento de todo o processo (avaliação formativa), sendo também realizada uma avaliação sumativa que contempla a apresentação da informação recolhida, organizada e tratada pelos diferentes grupos de trabalho.

Nas tarefas desenhadas não foram explicitamente identificadas as características relativas à liberdade que os alunos devem ter para fazer escolhas e refletirem sobre a própria aprendizagem e a abertura a múltiplas interpretações e soluções do problema em análise.

Numa terceira fase deste estudo exploratório, a investigadora realizou entrevistas aos elementos dos diferentes grupos, no sentido de compreender se estes consideravam que as atividades experimentais integrantes dos seus trabalhos finais da Unidade Curricular de mestrado eram promotoras de aprendizagens autênticas. Na globalidade, os grupos consideraram que as atividades experimentais desenhadas tinham características comuns às das tarefas autênticas. De acordo com um dos grupos entrevistados

As atividades experimentais desenvolvidas apresentam relevância na vida dos alunos porque, para além de serem relativas ao seu meio local, eles assumiram sempre um papel ativo e central, problematizando, pesquisando (em fontes de informação diversas e no trabalho de terreno) e dando solução às diferentes situações. Todo o trabalho foi desenvolvido em colaboração e foram valorizadas as TIC e a interdisciplinaridade. Quanto à avaliação esta focou todo o processo e não só o produto final. O culminar do trabalho desenvolvido teve em vista a partilha com a comunidade escolar, para que os alunos sentissem também o seu trabalho valorizado. Tendo em conta todos estes fatores, estas atividades desenvolvidas assumem-se como promotoras de aprendizagens autênticas.

Pela análise das atividades experimentais desenhadas pelos diferentes grupos de trabalho, verifica-se que, a maioria dessas atividades foram conceptualizadas para que as crianças fossem capazes de fazer observações, realizar o procedimento experimental, registar resultados e interpretá-los, no sentido de conseguirem responder ao problema lançado, no início de cada uma das atividades experimentais. Consta-se também que, em vários casos, não é dado espaço para que as crianças planeiam a atividade experimental, e formulem hipóteses – dos oito grupos de trabalho analisados, apenas três tinham atividades experimentais que contemplavam estes dois últimos aspetos. O recurso às TIC no desenvolvimento das atividades experimentais, de que são exemplo os sensores, é visível apenas em dois grupos de trabalho.

Pelo exposto, pode afirmar-se que, de uma forma geral, foi clara a apropriação e aplicação pelas mestrandas do conceito e características das tarefas autênticas. Foi, ainda, possível identificar as dimensões das tarefas autênticas a que importa dar atenção especial por não terem sido espontaneamente integradas por todas as mestrandas nos trabalhos desenvolvidos.

A segunda abordagem exploratória foi realizada com alunos do 1º ano do Curso de Mestrado em Ensino do 1º e do 2º Ciclos do Ensino Básico da ESEIPP, no ano letivo 2012-2013 e teve como principal objetivo a validação de um conjunto de tarefas autênticas desenvolvidas pela investigadora. Consistiu na implementação dessas tarefas que se enquadravam nos temas que estavam a ser desenvolvidos pelos mestrandos, no âmbito da Unidade Curricular “Ciências da Natureza para o 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico”, nomeadamente “Propriedades físicas e químicas do solo” e “Qualidade do ar” (ver Tabela 12). A investigadora esteve presente durante a execução das

tarefas. Pretendeu-se perceber quais as principais dificuldades sentidas pelos alunos na realização das tarefas e que aspetos deveriam ser alterados ou melhorados. Tendo em conta a questão de investigação relativa à utilização conjunta dos sentidos e dos sensores nas atividades autênticas de caracterização do meio, as atividades desenhadas partiram sempre de uma análise sensorial da grandeza ambiental em estudo, para uma análise mais quantitativa e rigorosa da mesma, com recurso aos sensores. Os alunos executaram as atividades sem grandes dificuldades, necessitando apenas de algumas orientações relativas à utilização de alguns equipamentos, nomeadamente de alguns sensores (pH, temperatura e humidade).

Tabela 12 - Breve caracterização das tarefas autênticas exploratórias implementadas com alunos do 1.º ano do Curso de Mestrado em Ensino do 1.º e do 2.º Ciclos do Ensino Básico da ESEIPP

Tema	Questão-problema	Objetivos	Sentidos	Sensores	Desafios	Duração
Qualidade do ar	Como posso descrever o ar da minha escola?	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar o ar da escola relativamente à temperatura e humidade, concentração de dióxido de carbono e % de oxigénio. - Classificar o ar da escola tendo em conta os valores de referência para a Qualidade do Ar. - Refletir sobre a contribuição dos sentidos e dos sensores para a caracterização do ar da escola. 	<p>Visão Olfato Tato</p>	<p>Temperatura (Pasco PS – 2124) Humidade (Pasco PS – 2124) Oxigénio (Pasco PS – 2126) Dióxido de carbono (Pasco PS – 2110)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uso dos sentidos: os alunos não estavam habituados a utilizar os sentidos na caracterização de parâmetros ambientais. - Manuseamento dos sensores: alguns alunos já tinham utilizado alguns dos sensores selecionados. No entanto, depararam-se com dificuldades técnicas (mau funcionamento, no caso do sensor do oxigénio, ou erros de posição do sensor, que implicavam erros de leitura, no caso do sensor do CO₂). - As dificuldades sentidas na realização das diferentes tarefas foram superadas pela cooperação verificada entre os elementos dos grupos, e pelo papel mediador da investigadora. 	3 sessões de 90 minutos
Propriedades físicas e químicas do solo	O solo da horta será fértil? Como posso saber?	<ul style="list-style-type: none"> - Caracterizar o solo do recinto da horta da escola relativamente ao pH, permeabilidade e granularidade. - Classificar o solo quanto à fertilidade tendo em conta esses três parâmetros analisados - Refletir sobre a contribuição dos sentidos e dos sensores para a caracterização do solo do recinto da horta. 	<p>Visão Olfato Tato</p>	<p>pH (Crison micro pH 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Uso dos sentidos: os alunos não estavam habituados a utilizar os sentidos na caracterização de parâmetros ambientais. - Manuseamento dos sensores: os alunos nunca tinham manuseado o sensor de pH. A investigadora apoiou os alunos relativamente ao modo de utilização do sensor e os cuidados que deveriam ter em conta no seu manuseamento. - As dificuldades sentidas na realização das diferentes tarefas foram superadas pela cooperação verificada entre os elementos dos grupos, e pelo papel mediador da investigadora. 	4 sessões de 90 minutos

Através da análise dos registos efetuados nas fichas de trabalho, e também pelas questões levantadas e debate de ideias entre os elementos de cada grupo de trabalho, foi possível perceber que os alunos aprofundaram os conhecimentos sobre as temáticas em estudo. Também foi possível constatar que a abordagem sensorial foi um desafio diferente e inovador para estes alunos, que nunca tinham realizado este tipo de análise. Esta abordagem revelou-se enriquecedora e útil, pois, através dela, foi possível compreender melhor as questões relacionadas com os temas em estudo (por exemplo, através do tato, do olfato e da visão, conseguiram compreender sensorialmente que os solos apresentam diferentes texturas, e que, consoante a humidade dos solos, a cor e o cheiro também são diferentes). Essa análise sensorial foi posteriormente complementada e comparada com análises quantitativas implementadas com recurso a sensores eletrónicos.

Relativamente às dificuldades detetadas, a gestão do tempo, foi sem dúvida a mais evidente, uma vez que foi necessário atribuir mais aulas para a conclusão das tarefas propostas, do que as inicialmente previstas. A dificuldade na gestão do tempo pode ser explicada em parte, pela natureza das atividades propostas, que partiam, sempre que possível, como foi já referido, de uma análise sensorial seguida de uma análise com recurso a sensores. O uso dos sentidos na caracterização de parâmetros ambientais não era uma prática familiar a estes alunos, que demonstraram alguma resistência inicial nesta abordagem, o que fez com que essas tarefas demorassem um pouco mais a serem executadas. Por outro lado, verificaram-se algumas dificuldades na utilização de alguns sensores, como por exemplo do sensor de pH, bem como do de dióxido de carbono e do de oxigénio. No caso particular do sensor de oxigénio, não foi possível realizar a medição da % de oxigénio no ar, devido a problemas técnicos que não se conseguiram resolver em tempo útil.

A constatação do tempo necessário para a execução das atividades foi importante, uma vez que permitiu preparar as tarefas autênticas dos estudos de caso com maior atenção relativamente a este fator.

Considerando o referido sucesso na implementação das tarefas autênticas desenhadas pela investigadora, e tendo em vista a superação das dificuldades verificadas, procedeu-se à reformulação daquelas e à conceção de

novas tarefas autênticas, para serem utilizadas em contextos de 1.º e 2.º CEB. Tais tarefas recorrem aos sentidos e sensores, para a caracterização de diferentes parâmetros ambientais (por exemplo, caracterização da qualidade do ar interior e da qualidade da água de um estuário) (Silva, Aboim, Costa, Marques & Pinto, 2014). Todos os recursos produzidos, quer empíricos (como protocolos experimentais), quer teóricos (com informação relevante relativamente aos parâmetros ambientais analisados), foram validados através da sua utilização na ESEIPP, e têm sido utilizados por alunos e professores dos cursos de formação de professores desta escola.

A produção dos referidos recursos foi desenvolvida no âmbito do projeto de investigação “SOS Abstrato: Sondar e Sentir o Ambiente para Desenvolver o Pensamento Abstrato” e de dois estágios, realizados na ESEIPP, do 3º ano da Licenciatura de Saúde Ambiental, da Escola Superior de Tecnologia e Saúde do Instituto Politécnico do Porto, Unidade Curricular – Estágio I.

3.2.2. Estudos de caso

Na presente investigação foram desenvolvidos quatro estudos de caso, em quatro escolas diferentes, no contexto da atividade docente de quatro professoras titulares e de duas estagiárias do Mestrado em Ensino do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico. Estas participantes implementaram, com os seus alunos, um conjunto de tarefas autênticas de caracterização do meio, recorrendo ao trabalho experimental e ao uso conjunto de sentidos e sensores.

3.2.2.1. Seleção e caracterização dos participantes

Os participantes envolvidos neste trabalho de investigação foram quatro professoras titulares, duas professoras estagiárias do 2.º ano do Mestrado em Ensino do 1.º e 2.º CEB e respetivos alunos integrados em cada turma ou clube.

Os critérios que estiveram na base da seleção das professoras participantes deste estudo prendem-se com a área específica de trabalho de cada uma. As quatro professoras titulares lecionavam em escolas do 1º e/ou 2º

CEB, têm vindo a investir na sua formação profissional, são detentoras do grau de mestre em Ensino Experimental das Ciências e colaboradoras do Centro de Investigação e Inovação em Educação (inED) da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico do Porto (ESEIPP). A seleção das colaboradoras teve em consideração que estas características eram facilitadoras da comunicação e da ação no contexto desta investigação. As professoras apresentavam motivação e capacidade de agarrar novos desafios relacionados com a didática das Ciências da Natureza, no sentido de promoverem maior sucesso nas aprendizagens dos seus alunos.

As professoras estagiárias encontravam-se em fase de profissionalização enquanto docentes, frequentavam o 2.º ano do Curso de Mestrado em Ensino do 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico, na Escola Superior de Educação do Porto, e colaboraram na investigação no âmbito da Unidade Curricular “Estágio profissional”. Demonstraram igualmente capacidade de trabalho e empenho, bem como motivação para implementar atividades inovadoras.

Todos os alunos participantes no estudo apresentavam idades compreendidas entre os 9 e os 14 anos de idade e alguns deles apresentavam retenções. De acordo com informações fornecidas pelas professoras participantes, os alunos tinham diferentes níveis socioeconómicos, culturais e familiares.

Embora a presente investigação seja centrada no 2.º CEB, considerou-se importante que um dos estudos de caso fosse realizado com crianças do 4.º ano do 1.º CEB. Esta decisão justifica-se porque, por um lado, a implementação das tarefas autênticas decorreria no terceiro período letivo, estando assim as crianças do 4º ano escolaridade muito próximas do ingresso no 2.º CEB e, por outro lado, porque a inclusão do referido contexto poderia contribuir para a identificação de situações, acontecimentos, desafios e dificuldades potencialmente úteis para o objetivo central da presente investigação: criar conhecimento que apoie, facilite e promova as aprendizagens autênticas de Ciências da Natureza no 2.º Ciclo do Ensino Básico.

Caracterização dos participantes do Estudo de Caso 1

Os participantes do Estudo de Caso 1 foram a professora de Ciências da Natureza e dezasseis alunos dos vinte que compunham a turma de 6ºano de escolaridade (quatro alunos apresentavam uma assiduidade muito irregular e não participaram, por esse motivo, na investigação). A professora, detentora do grau de mestre em Ensino Experimental das Ciências, tinha uma experiência letiva de dez anos, e era professora contratada numa escola pública de ensino básico (2.º e 3.º ciclos) do distrito do Porto, concelho de Matosinhos. Dos alunos participantes, seis eram do sexo masculino e dez eram do sexo feminino. Tinham idades compreendidas entre os 10 e os 14 anos. Com exceção de quatro, que frequentavam pela segunda vez, todos os alunos frequentavam pela primeira vez o 6º ano de escolaridade. Dois destes alunos apresentavam necessidades educativas especiais. Alguns alunos eram interessados, mas, na sua maioria, os alunos apresentavam desinteresse pelas atividades letivas, eram pouco atentos e muito barulhentos.

Relativamente à disciplina de Ciências da Natureza, o aproveitamento global da turma no segundo período foi satisfatório, já que apenas um aluno obteve classificação inferior a três, tendo oito alunos nível três, três alunos nível quatro e quatro alunos foram avaliados com nível cinco.

Caracterização dos participantes do Estudo de Caso 2

Os participantes do Estudo de Caso 2 foram: a professora de Ciências da Natureza, mestre em Ensino Experimental das Ciências, com 28 anos de experiência letiva e provida em lugar de quadro com nomeação definitiva; duas estagiárias do curso de mestrado Ensino do 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico, da ESEIPP; dezasseis alunos dos vinte que compunham a turma de 5ºano de escolaridade, de uma escola pública de ensino básico (com 2.º e 3.º ciclos) do distrito do Porto, concelho da Maia. Dos alunos participantes, nove eram do sexo masculino e sete eram do sexo feminino. Tinham idades compreendidas entre os 10 e os 12 anos. Com exceção de um, que frequentava pela segunda vez, todos os alunos frequentavam pela primeira vez o 5º ano de escolaridade.

Dois destes alunos apresentavam necessidades educativas especiais. O comportamento da turma por vezes era pouco satisfatório já que os alunos tinham dificuldade em participar com ordem, e eram muito faladores.

Caracterização dos participantes do Estudo de Caso 3

Os participantes do Estudo de Caso 3 foram a professora responsável pelo Clube de Ciências da Natureza, e vinte e um alunos (doze do sexo masculino e nove do sexo feminino) do 4.º ano de escolaridade que frequentavam o Clube e que pertenciam à mesma turma. A professora, detentora do grau de mestre em Ensino Experimental das Ciências, tinha uma experiência letiva de 13 anos, e encontrava-se provida em lugar de quadro de zona pedagógica, colocada numa escola pública do 1º ciclo do ensino básico do distrito do Porto, concelho de Felgueiras. Os alunos tinham idades compreendidas entre os 9 e os 10 anos. Nenhum dos alunos apresentava retenções. O comportamento dos alunos era pouco satisfatório, havendo muita dificuldade no cumprimento de regras. Relativamente à disciplina de Estudo do Meio, o aproveitamento global da turma no segundo período foi satisfatório, já que só um aluno obteve menção qualitativa de Não Satisfaz, 8 alunos foram avaliados com a menção qualitativa de Satisfaz, e 12 alunos foram avaliados com a menção qualitativa de Satisfaz Bastante.

Caracterização dos participantes do Estudo de Caso 4

Os participantes do Estudo de Caso 4 foram a professora responsável pelo Clube de Ciências da Natureza, e doze alunos (sete do sexo masculino e cinco do sexo feminino) do 5.º ano de escolaridade que frequentavam o Clube e que pertenciam à mesma turma. A professora, mestre em Ensino Experimental das Ciências, e com uma experiência letiva de 10 anos, era efetiva numa escola de ensino particular e cooperativo, com níveis de ensino do pré-escolar até ao ensino secundário, do distrito do Porto, concelho de Vila Nova de Gaia. Os alunos eram interessados e o comportamento era bom. Relativamente à disciplina de Ciências da Natureza, o aproveitamento global da turma no segundo período foi bom: três alunos obtiveram classificação de

nível três, sete alunos foram avaliados com nível quatro e três alunos obtiveram nível cinco.

3.2.2.2. Fases de concepção dos estudos de caso

Numa primeira fase da metodologia de trabalho, a investigadora contactou professoras, para propor a colaboração neste trabalho de investigação. Os critérios para os contactos efetuados relacionaram-se com a formação e experiência letiva em ensino experimental das ciências no 1.º CEB e/ou 2.º CEB, assim como com alguma experiência investigativa nesta área, nomeadamente no que se refere ao projeto “SOS Abstrato: Sondar e Sentir o Ambiente para Desenvolver o Pensamento Abstrato”,

A colaboração pedida foi no sentido de desenharem, em parceria com a investigadora, um conjunto de tarefas autênticas que pudessem depois implementar com os seus alunos (ver Tabela 13). O desafio foi aceite por quatro professoras, que integram assim o presente estudo. Numa segunda fase, a investigadora abordou o tema “Aprendizagens autênticas” com as professoras participantes, expondo as principais características desta abordagem de ensino. Posteriormente, a investigadora apresentou às referidas professoras o problema, as questões e os objetivos da investigação, do presente trabalho de investigação.

A fase seguinte foi desenvolvida pelas professoras participantes em articulação com a investigadora (ver Tabela 13). Procedeu-se à seleção das temáticas a trabalhar em cada estudo de caso, definiram-se as abordagens didáticas e elaboraram-se as tarefas e respetivos materiais de apoio (nomeadamente, fichas de trabalho e cartas de planificação). A concepção das tarefas autênticas teve sempre presente o recurso ao trabalho experimental como estratégia a adotar, bem como o uso dos sentidos e dos sensores, uma vez que é objetivo da investigação perceber a importância da utilização dos sentidos e dos sensores na caracterização das variáveis ambientais. Deste modo foi necessário e fundamental selecionar e experimentar os sensores mais adequados, para os diferentes estudos de caso (ver Tabela 13). Por fim, e autorizadas as intervenções nas escolas pelas respetivas Direções e

Encarregados de Educação dos alunos participantes, as tarefas conceptualizadas foram implementadas com os alunos do 1.º e 2.º CEB, em contexto de sala de aula e Clube de Ciências da Natureza.

Tabela 13 - Distribuição do trabalho relativo à fase de desenho dos quatro estudos de caso

Tarefas	Investigadora	Professoras participantes	Investigadora responsável pelo Projeto SOS Abstrato
Seleção das temáticas de cada EC	X		
Seleção dos sensores	X		
Experimentação dos sensores	X	X	
Elaboração dos materiais de apoio (fichas de trabalho, fichas de registo, cartas de planificação)	X	X	
Elaboração dos pedidos de autorização para as intervenções nas escolas		X	x

Particularizando, no estudo de caso 1 (EC1), foram implementadas tarefas no âmbito da disciplina de Ciências da Natureza, no 6.º ano de escolaridade, sobre o tema “Germinação de sementes”. Os conceitos centrais trabalhados relacionaram-se com a constituição da semente e os fatores de germinação. Para tal, recorreu-se à visão e ao tato/sentido de temperatura e utilizaram-se os sensores de temperatura, luminosidade e a lupa binocular. O desenvolvimento das atividades foi orientado pela professora de Ciências da Natureza, em contexto de sala de aula.

No estudo de caso 2 (EC2), foram implementadas tarefas no âmbito da disciplina Ciências da Natureza, no 5.º ano de escolaridade, sobre o tema “Qualidade da água para consumo”. Os conceitos centrais trabalhados foram: água potável, turvação, bactéria e colónia. Para tal recorreu-se ao sentido do olfato e da visão e utilizou-se o sensor da turvação, o microscópio ótico

composto e o microscópio digital. As tarefas foram desenvolvidas pela professora titular, em colaboração com duas professoras estagiárias, em contexto de sala de aula.

O estudo de caso 3 (EC3), relativo ao tema “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade” foi da responsabilidade da professora de apoio da turma do 4.º ano de escolaridade, que orientou o desenvolvimento das tarefas, em contexto de “Clube de Ciências da Natureza”. Os conceitos centrais trabalhados foram: ecossistema, biodiversidade, reprodução, célula, seres unicelulares e pluricelulares, ADN, genótipo e fenótipo. Para tal recorreu-se ao sentido da visão e utilizou-se a lupa binocular, o microscópio ótico composto e o microscópio digital.

O estudo de caso 4 (EC4), relativo ao tema “Estudo de uma grandeza física – a salinidade da água”, contextualizado no estudo do ecossistema Poças de Maré, foi da responsabilidade da professora responsável pelo Clube de Ciências da escola, sendo as tarefas desenvolvidas em contexto de Clube de Ciências Naturais, com alunos que frequentavam o 5.º ano de escolaridade. Os conceitos trabalhados foram a salinidade e a condutividade, recorrendo-se ao sentido da visão e do paladar. O sensor utilizado foi o condutivímetro.

De referir que os temas de investigação destes dois últimos estudos de caso referidos (estudo de caso 3 e 4), são uma continuidade dos temas trabalhados nos projetos de investigação do mestrado em “Ensino experimental das Ciências”, realizado pelas professoras colaboradoras. A professora participante no EC3, desenvolveu no seu projeto de mestrado o tema “Uma abordagem experimental à complexidade do conceito de ser vivo com alunos do 2.º ano de escolaridade”, pelo que se optou por dar continuidade a esse trabalho, procurando desenvolver especificamente o “Conceito de ser vivo e de biodiversidade”, com os alunos participantes no EC3. A professora participante no EC4, desenvolveu no seu projeto de mestrado o tema “Ensino experimental da biodiversidade e da temperatura nas poças de maré: uma proposta pedagógica para o 4.º ano de escolaridade”, pelo que se optou por dar continuidade ao estudo deste ecossistema, com alunos que tinham já participado nesse projeto de investigação, e que integravam o Clube de

Ciências da Natureza, analisando-se agora um outro parâmetro ambiental presente nesse ecossistema – a salinidade.

Na Tabela 14 estão caracterizados, brevemente, os 4 estudos de caso.

Tabela 14 - Breve caracterização dos estudos de caso

Estudo de caso	Participantes	Conceitos centrais	Sentidos	Sensores
EC1. “Germinação de sementes”	Professora titular 16 alunos do 6º ano de escolaridade	Reprodução Semente Germinação Luz Humidade Temperatura Sensor	Tato/ sentido da tempera- tura Visão	Lupa binocular (SWIFT® stereo 9015378 eighty) Sensor de luminosidade (Pasco - 2106) Sensor de temperatura - (Pasco PS – 2124)
EC2. “Qualidade da água para consumo”	Professora titular 2 professoras estagiárias 16 alunos do 5º ano de escolaridade	Água potável Turvação Bactéria Colónia	Olfato Visão	Sensor de turvação (Pasco PS – 2112) Microscópio ótico
EC3. “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”	Professora dinamizadora do “Clube de Ciências” 21 alunos do 4º ano de escolaridade	Ecosistema Biodiversidade Reprodução Célula Seres unicelulares e pluricelulares ADN Genótipo Fenótipo	Visão	Lupa binocular(SWIFT® stereo 9015378 eighty) Microscópio digital (Discovery™ USB Microscope, Deluxemodel - Veho® ROHS) Microscópio ótico composto

Estudo de caso	Participantes	Conceitos centrais	Sentidos	Sensores
EC4. “Estudo de uma grandeza física – a salinidade da água”	Professora dinamizadora do Clube de Ciências 12 alunos do 5º ano de escolaridade	Salinidade Condutividade Solute Solvente Solução Evaporação Temperatura Diluição Sensor	Paladar Visão	Sensor de condutividade (Pasco – 2116)

3.2.3. Apresentação das propostas didáticas

Nesta investigação foram desenhadas tarefas autênticas como propostas didáticas, para os 4 estudos de caso. As tarefas foram desenvolvidas para melhorar o currículo (formal e não formal), procurando contribuir para melhorar o ensino e a aprendizagem. Pretende-se também que a investigação sobre as mesmas possa contribuir para a resolução do problema de investigação, procurando alcançar os objetivos de investigação e responder às questões de investigação. A planificação das tarefas autênticas teve assim por base os princípios das aprendizagens autênticas e do socioconstrutivismo, perspetivando-se a mobilização e interligação de saberes, o aprofundamento dos conhecimentos sobre os temas em estudo, a promoção do pensamento crítico e criativo, a construção de uma imagem positiva e refletida sobre a Ciência, bem como a significação de conceitos mais abstratos.

Tendo em conta a idade dos participantes deste estudo selecionaram-se estratégias pedagógicas que facilitassem a mobilização de conhecimentos anteriores e/ou a sua reformulação por integração de novos conhecimentos. O trabalho prático investigativo cujo objetivo é a resolução de problemas, e o qual inclui o trabalho experimental, foi a estratégia selecionada e presente nas tarefas de todos os estudos de caso, já que para que as tarefas sejam consideradas autênticas, devem conter características do processo científico (Chinn & Mallotra, 2002). Para o desenho das tarefas autênticas dos estudos de caso, foram selecionadas algumas das características de um

processo científico com trabalho experimental, nomeadamente a apresentação/definição de questões-problema a investigar, a execução de um plano experimental (por exemplo, na forma de cartas de planificação), a recolha e análise de dados para que seja possível chegar a conclusões que permitam responder ao problema lançado. Assim, o aluno, assumindo o papel principal enquanto construtor do seu conhecimento, terá a oportunidade de problematizar, fazer previsões, formular hipóteses explicativas, analisar dados, tirar conclusões, etc. Para além das tarefas autênticas, nas sequências didáticas desenhadas, é ainda possível verificar a existência de tarefas funcionais (por exemplo, a observação de fenómenos naturais e a tempestade de ideias...), que pretendem dar início a uma reflexão que manifeste diferentes conceções dos alunos e à problematização, e de tarefas de estruturação (por exemplo, debates, elaboração de redes nocionais...), cuja principal função é a de concluir uma sequência didática, sintetizando conhecimentos e situando-os numa estrutura global, o que implica grau de abstração mais elevado (Thouin, 2004).

Para a implementação das tarefas autênticas os alunos foram organizados em grupos de trabalho (pequeno ou grande grupo), quando se pretendia a partilha de ideias, fomentar o trabalho cooperativo e a comunicação. No entanto, também trabalharam individualmente quando era objetivo analisar as representações ou conhecimento de cada aluno, no sentido de compreender melhor a seu pensamento e as suas aprendizagens.

Relativamente aos recursos utilizados no desenvolvimento das tarefas autênticas, destacam-se as fichas de trabalho/registo e cartas de planificação, e entre outro material diverso de laboratório, destacam-se as TIC, nomeadamente a utilização dos sensores eletrónicos e do *software* associado, que funcionam como instrumentos de medição e registo de grandezas ambientais, e que permitem comparar e complementar informações fornecidas pelos sentidos.

3.2.3.1. Conceção das situações formativas

As tarefas concebidas foram organizadas e planeadas, tendo por base o modelo das situações formativas. Uma situação formativa, segundo Lopes (2004) é um instrumento que corresponde a

uma modelização didática que tem de considerar os saberes disponíveis dos alunos, de dar reais oportunidades aos alunos para tomarem a iniciativa, de criar um ambiente que permita ao aluno que aprenda de forma progressiva e sustentada e use esse conhecimento. (p. 164)

Este modelo de organização didática tem em conta aquilo que os alunos já sabem para que, partindo desses conhecimentos, estes possam desenvolver aprendizagens consolidadas, “mediadas pelo professor, não havendo por isso um discurso unilateral”(Gonçalves, 2012, p. 48), com a utilização de recursos ou técnicas adequados às tarefas a desenvolver (Lopes, 2004). Tendo em conta o exposto, as sequências didáticas dos quatro estudos de caso, foram organizadas tendo por base o modelo de situação formativa, já que se pretende que as tarefas envolvam o aluno ativamente, permitindo que este questione, problematize, mobilize saberes, relativamente a uma determinada situação científica, tendo o professor o papel de mediação no processo de aprendizagem dos alunos.

Para cada estudo de caso foi desenvolvida uma situação formativa (SF), que contempla diferentes tarefas, e se encontra organizada nas páginas que se seguem. As SF foram criadas pelas professoras participantes (EC1, EC3 e EC4), a partir de um modelo fornecido pela investigadora e adaptado de Lopes (2004). Em relação ao estudo de caso 2, dada a falta de experiência das professoras estagiárias, a situação formativa foi elaborada pela investigadora, em articulação com as professoras estagiárias. Depois de elaboradas as SF, foram uniformizadas pela investigadora, no sentido de manter a consistência, nomeadamente no que se refere à formulação das tarefas na perspetiva dos alunos.

3.2.3.2. Implementação das situações formativas

Todas as tarefas, presentes em cada SF, foram implementadas e desenvolvidas. No entanto, foi dada particular atenção à análise das tarefas que estavam mais diretamente relacionadas com as questões de investigação e que apresentavam características próprias das tarefas autênticas. Os resultados dessa análise encontram-se expostos no Capítulo 4.

SITUAÇÃO FORMATIVA 1 – ESTUDO DE CASO 1: “GERMINAÇÃO DE SEMENTES”


CONTEXTO DE APRENDIZAGEM: Turma com 16 alunos de 6.º ano de escolaridade, com a idade média de 12 anos, de uma escola pública de ensino básico do 2º e 3º ciclo, localizada no distrito do Porto, concelho de Matosinhos. A investigadora é a professora de Ciências da Natureza da turma.

SABERES DISPONÍVEIS DOS ALUNOS:

- Reprodução como processo que permite aos seres vivos originarem descendentes semelhantes, assegurando a continuidade das espécies.
- Morfologia das plantas com flor.
- Formação das sementes.

CAMPO CONCEITUAL:

Reprodução. Semente. Germinação. Sensor. Luz.
Temperatura. Humidade.

SITUAÇÃO CIENTÍFICA	QUESTÃO-PROBLEMA	TAREFAS DOS ALUNOS	RECURSOS	MEDIÇÃO DA PROFESSORA		
				PRÁTICAS EPISTÉMICAS A DESENVOLVER	OUTRAS INICIATIVAS	
CONSTITUIÇÃO DAS SEMENTES	QP.1 - Como são constituídas as sementes?	T1: Explicar, mobilizando conhecimentos anteriores, qual a importância das sementes produzidas pelas plantas com flor. T2: Realizar a atividade prática “Constituição da semente”. 2.1. Registrar as observações. 2.2. Apresentar os resultados obtidos. 2.3. Comparar os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos adquiridos.	R1. <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de registo “Constituição das sementes” (Apêndice A) • Lupa de mão • Sementes de 3 espécie • Lupa binocular (SWIFT® stereo 9015378 eighty) 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever observações • Exemplificar conceitos • Registrar observações • Manipular materiais • Retirar conclusões 	MP.1 <ul style="list-style-type: none"> • Apresentar informação • Assegurar a apropriação das tarefas pelos alunos • Recolher as ideias que os alunos já possuem sobre o tema • Encorajar a discussão aluno(s)/aluno(s) • Aluno(s)/professora 	90’

<p>EXPLORAÇÃO DOS SENSORES DA TEMPERATURA E DA LUMINOSIDADE</p>	<p>QP. 2</p> <p>- Explorando os sensores de luminosidade e temperatura – O que me dizem os sentidos?</p>	<p>T3: Realizar a ficha de trabalho nº1 sobre a análise sensorial e com sensores do espaço sala de aula, relativamente ao parâmetro ambiental temperatura e luminosidade.</p> <p>3.1. Debater a análise sensorial realizada com os colegas e a professora.</p> <p>3.2. Compararas informações obtidas pelos sentidos com os valores obtidos pelos sensores.</p>	<p>R.2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de trabalho nº1 (Apêndice B) • Sensor de temperatura (Pasco PS – 2124) • Sensor de luminosidade (Pasco - 2106) • Computador com <i>software</i> compatível com os sensores utilizados (DataStudio® <i>software</i> - versão 1.8.5 ou posterior) • Projetor • Material de escrita 	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer previsões • Manusear corretamente os sensores • Registrar dados • Comparar previsões com resultados 	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhar a análise dos documentos/situações focalizando a atenção dos alunos nos aspetos chave <p>MP.2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobilizar conhecimentos dos alunos relativamente aos sensores • Explicar o funcionamento dos sensores • Auxiliar os alunos no manuseamento dos sensores • Incentivar os alunos a elaborarem previsões • Fomentar e mediar a partilha de opiniões 	<p>45' + 90'</p>
--	---	--	---	--	--	-------------------------

<p>INFLUÊNCIA DE ALGUNS FATORES AMBIENTAIS (ÁGUA, LUZ E TEMPERATURA) NA GERMINAÇÃO DAS SEMENTES</p>	<p>QP. 3 – Quais os fatores que influenciam a germinação das sementes?</p>	<p>T4: Elaborar a carta de planificação 1 relativa à questão problema “Qual a influência da água na germinação das sementes de feijão, ervilha e tremoço?”</p> <p>4.1. Executar a atividade experimental com controlo de variáveis. 4.2. Analisar os resultados obtidos. 4.3. Responder à questão-problema.</p> <p>T5: Elaborar a carta de planificação 2 relativa à questão problema “Qual a influência da luz na germinação das sementes de feijão, ervilha e tremoço?”.</p> <p>5.1. Executar a atividade experimental com controlo de variáveis. 5.2. Analisar os resultados obtidos. 5.3. Responder à questão problema.</p> <p>T6: Elaborar a carta de planificação 3 relativa à questão-problema “Qual a influência da temperatura na germinação das sementes de feijão, ervilha e tremoço?”.</p> <p>6.1. Executar a atividade experimental com controlo de variáveis. 6.2. Analisar os resultados obtidos. 6.3. Responder à questão – problema.</p> <p>T7: Partilhar conclusões e responder à questão – problema lançada inicialmente.</p>	<p>R.3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carta de planificação 1 (Apêndice C) • Carta de planificação 2 (Apêndice D) • Carta de planificação 3 (Apêndice E) • Frigorífico • Sementes (feijão, ervilha e tremoço) • Vasos • Terra • Água • Balança • Etiquetas • Marcador 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar trabalho experimental • Controlar variáveis • Manipular materiais de laboratório • Manusear corretamente sensores • Registrar dados • Interpretar dados • Comparar resultados com previsões • Retirar conclusões 	<p>MP 3.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interagir com os alunos para prestar informações sobre os produtos e/ou conceitos necessários e não dominados pelos alunos • Colaborar em procedimentos experimentais mais complexos • Focalizar a atenção dos alunos para aspetos importantes a observar • Sistematizar informação • Auxiliar os alunos no preenchimento das cartas de planificação, promovendo simultaneamente a autonomia 	<p style="text-align: center;">90' + 10 min ao longo de várias aulas para observação e registo</p> <p style="text-align: center;">45'</p>
--	---	---	---	--	--	---

COMPETÊNCIAS, CONHECIMENTOS E ATITUDES A DESENVOLVER:

- Reconhecer a importância das sementes na manutenção da vida;
- Conhecer a constituição das sementes, através da realização de uma atividade prática;
- Conhecer a função dos constituintes das sementes;
- Reconhecer a influência de diferentes fatores ambientais na germinação das sementes;
- Realizar atividades práticas e experimentais, controlando variáveis, fazendo registos e tirando conclusões;
- Utilizar equipamento laboratorial e manuseá-lo tendo em conta as regras que este tipo de trabalho requer;
- Preencher cartas de planificação com progressiva autonomia (inclui planear procedimentos, identificar variáveis, planear o controlo de variáveis, observar, descrever, interpretar...);
- Observar, interpretar e concluir sobre os resultados obtidos na atividade prática;
- Cooperar em trabalho de grupo-turma e de pares;
- Desenvolver a literacia científica e capacidade de análise;
- Aceitar as opiniões e respeitar dúvidas dos colegas;
- Colaborar nas tomadas de decisão realizadas em grupos de trabalho, partilhando ideias ou contrapondo, mas justificando o seu ponto de vista;
- Desenvolver aprendizagens autênticas.

TEMPO TOTAL ESTIMADO PARA DESENVOLVER A SITUAÇÃO FORMATIVA: 400' (3x 90' + 2x 45' + 10' POR AULA/ INTERVALOS AO LONGO DA GERMINAÇÃO)

SITUAÇÃO FORMATIVA 2 - ESTUDO DE CASO 2: “QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO”

CONTEXTO DE APRENDIZAGEM: Turma com 20 alunos do 5º ano de escolaridade, com idade média de 11 anos, de uma escola pública de ensino básico do 2º e 3º ciclo, localizada no distrito do Porto, concelho da Maia. A situação formativa foi implementada pela professora orientadora cooperante e por duas professoras estagiárias.

SABERES DISPONÍVEIS DOS ALUNOS:


- Conceções prévias sobre água própria e imprópria para o consumo;
- Água potável.

CAMPO CONCEPTUAL:

Conceitos Centrais: qualidade da água; água potável; turvação da água; água salobra; bactérias nocivas, colónia.

Modelo teórico:

- > Qualidade da água – Conjunto de características físicas, químicas e biológicas que permite avaliar se a água é própria ou imprópria para o consumo humano.
- > Água potável – Água que pode ser consumida sem riscos para a saúde humana.
- > Turvação da água – Redução da sua transparência, causada por diversos materiais em suspensão ou dissolvidos.
- > Água salobra – Água que contém grandes quantidades de substâncias dissolvidas, podendo ter um aspeto turvo.
- > Bactéria nociva - microorganismo celular causador de doenças para o homem.
- > Colónia – conjunto formado por organismos da mesma espécie, que ficam agrupados formando uma entidade.

SITUAÇÃO CIENTÍFICA	QUESTÃO-PROBLEMA	TAREFAS DOS ALUNOS	RECURSOS	MEDIÇÃO DA PROFESSORA		
				PRÁTICAS EPISTÉMICAS A DESENVOLVER	OUTRAS INICIATIVAS	
POTABILIDADE DA ÁGUA	QP. 1 – Será que todas as águas são próprias para consumo?	T1: Realizar a ficha de trabalho – Parte I, para mobilizar conhecimentos prévios sobre água potável. 1.1. Debater oralmente o conceito de água potável.	R. 1 • Quadro • Marcador • Ficha de trabalho parte I (Apêndice F) • Material de escrita.	• Exemplificar conceitos. • Discutir ideias entre pares.	MP. 1 • Colocar questões semiabertas • Mediar a conversa • Mobilizar conhecimentos	15’

<p>CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES AMOSTRAS DE ÁGUA</p>		<p>T2: Realizar a ficha de trabalho – Parte II. Cada um dos quatro grupos de trabalho vai analisar as quatro amostras de água, completando a ficha de trabalho e realizando as atividades experimentais propostas.</p> <p>2.1. Realizar a atividade experimental nº1 “Filtração das amostras de água” e discutir os resultados.</p> <p>2.2. Realizar a atividade experimental nº2 “Determinação do resíduo seco nas diferentes amostras de água” e discutir os resultados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ficha de trabalho parte II (Apêndice F) • Material de escrita; • Amostras de água: fonte, chuva, torneira e poço; • 4 vidros do relógio; • 4 conta-gotas; • Estufa; • 4 provetas; • 4 Funis; • Papel de filtro; • Papel de limpeza; • Marcador; • Lupa binocular 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever fenómenos. • Formular hipóteses. • Aplicar técnicas laboratoriais. • Identificar variáveis • Controlar variáveis. • Tratamento e análise de dados. • Comparar previsões com resultados obtidos. • Descrever fenómenos. • Debater os resultados obtidos com os pares 	<p>prévios dos alunos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desafiar os alunos a descreverem a água, utilizando apenas os sentidos. • Disponibilizar os recursos necessários à realização das atividades experimentais. • Colaborar em procedimentos experimentais mais complexos • Focalizar a atenção dos alunos para aspetos importantes a observar 	<p>60´</p>
<p>A TURVAÇÃO DA ÁGUA</p>	<p>QP. 2 -Relativamente à turvação, podemos</p>	<p>T3: Elaborar a carta de planificação 1 relativa à questão problema “Relativamente à turvação, podemos considerar estas águas próprias para consumo?”.</p> <p>3.1. Executar a atividade experimental</p>	<p>R.2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carta de planificação 1 (Apêndice G) • Amostras de água: fonte, chuva, torneira e poço • Sensor de turvação (Pasco PS 	<ul style="list-style-type: none"> • Fazer previsões • Aplicar técnicas laboratoriais. • Identificar variáveis. • Controlar variáveis. • Comparar previsões 	<p>MP. 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os alunos poderão demonstrar alguma dificuldade no preenchimento da carta de planificação 	<p>60´</p>

	<p>considerar estas águas próprias para consumo?</p>	<p>com controlo de variáveis.</p> <p>3.2. Analisar os resultados obtidos.</p> <p>3.3. Discutir os resultados das atividades experimentais e retirar conclusões.</p> <p>3.4. Responder à questão problema.</p>	<p>– 2112);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Frascos; • Computador com <i>software</i> compatível com os sensores utilizados (DataStudio® software - versão 1.8.5 ou posterior) 	<p>com resultados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Debater os resultados obtidos com os pares • Concluir 	<p>pelo que a professora deve começar por explicar como o fazer frisando a sua importância para a atividade experimental;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disponibilizar os recursos necessários à realização das atividades experimentais. • Explicar o que é um sensor e o modo de funcionamento do sensor de turvação. • Promover reflexão sobre os resultados obtidos. • Fomentar a partilha dos conhecimentos adquiridos pelos diferentes alunos. 	
--	--	--	---	---	---	--

<p>ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA</p>	<p>QP. 3 – Será que as amostras de águas recolhidas possuem bactérias prejudiciais à nossa saúde?</p>	<p>T4: Realizar a ficha de trabalho – Parte III</p> <p>T5: Elaborar a carta de planificação 2 relativa à questão problema “Será que as amostras de água recolhidas possuem bactérias prejudiciais à nossa saúde?”.</p> <p>5.1. Executar a atividade experimental com controlo de variáveis.</p> <p>5.2. Analisar os resultados obtidos.</p> <p>5.3. Discutir os resultados das atividades experimentais e retirar conclusões.</p> <p>5.4. Responder à questão problema.</p>	<p>R.3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ficha de trabalho parte III (Apêndice F); • Carta de planificação 2 (Apêndice H) • Material de escrita; • Amostras de água; • Papel de limpeza; • Marcador; • Estufa • Sistema de filtração • Bomba de vácuo • Membranas filtrantes • Álcool • Placas de petri com meio de cultura • Pinça 	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever fenómenos. • Fazer previsões. • Aplicar técnicas laboratoriais. • Identificar variáveis • Controlar variáveis. • Comparar previsões com resultados obtidos. • Debater os resultados obtidos com os pares • Concluir 	<p>MP.3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Focalizar a atenção dos alunos para aspetos importantes a observar • Auxiliar os alunos no preenchimento das cartas de planificação, promovendo simultaneamente a autonomia • Colaborar em procedimentos experimentais mais complexos • Explicar o que é o sistema de filtração das águas e para que serve. • Sistematizar informação • Promover a reflexão sobre os resultados obtidos. • Fomentar a partilha dos conhecimentos adquiridos pelos diferentes alunos. 	<p>45´</p>
--	---	---	--	--	---	-------------------

COMPETÊNCIAS, CONHECIMENTOS E ATITUDES A DESENVOLVER:

- Compreender o conceito de potabilidade da água.
- Identificar diferentes propriedades da água.
- Comparar os resultados de análise sensorial com resultados obtidos pela utilização de sensores.
- Identificar, experimentalmente, propriedades físico-químicas e biológicas da água.
- Realizar atividades práticas e experimentais, controlando variáveis, fazendo registos e tirando conclusões.
- Observar processos, interpretar o observado e registado e concluir sobre os resultados obtidos na atividade prática.
- Preencher cartas de planificação com progressiva autonomia.
- Cooperar em trabalho de grupo-turma e de pares.
- Desenvolver aprendizagens autênticas.

TEMPO TOTAL ESTIMADO PARA DESENVOLVER A SITUAÇÃO FORMATIVA: 180 MINUTOS

SITUAÇÃO FORMATIVA 3 - ESTUDO DE CASO 3: “COMPLEXIDADE DO CONCEITO DE SER VIVO E DE BIODIVERSIDADE”


CONTEXTO DE APRENDIZAGEM: Turma com 21 alunos de 4.º ano de escolaridade, com a idade média de 10 anos, de uma escola pública de ensino básico do 1º ciclo, localizada no distrito do Porto, concelho de Felgueiras. A investigadora não é a professora titular de turma, desempenhando a função de professora de apoio educativo.

SABERES DISPONÍVEIS DOS ALUNOS:

- ⇒ Conceitos de ser vivo e habitat;
- ⇒ Reconhecimento de espaços onde habitam seres vivos;
- ⇒ Identificação dos órgãos dos sentidos, nomeadamente a visão;
- ⇒ Contacto prévio com alguns materiais de laboratório a utilizar.

CAMPO CONCEPTUAL:

- ⇒ Ecosistema (comunidades de seres vivos, seu ambiente abiótico e relações entre os seres vivos e entre eles e o meio abiótico);
- ⇒ Biodiversidade (variedade de organismos vivos no planeta, incluindo a variabilidade genética dentro das populações e espécies);
- ⇒ Reprodução (função através da qual os seres vivos produzem descendentes, dando continuidade à sua espécie);
- ⇒ Seres _____ unicelulares e pluricelulares;
- ⇒ Célula;
- ⇒ ADN;
- ⇒ Genótipo e fenótipo.

SITUAÇÃO CIENTÍFICA	QUESTÃO-PROBLEMA	TAREFAS DOS ALUNOS	RECURSOS	MEDIÇÃO DA PROFESSORA		
				PRÁTICAS EPISTÉMICAS A DESENVOLVER	OUTRAS INICIATIVAS	
SERES VIVOS QUE OBSERVAMOS À NOSSA VOLTA	QP. 1 - Que seres vivos existem nos diferentes ambientes?	T1: Recordar o conceito de ser vivo. 1.1 Dar exemplos de seres vivos e dos locais onde habitam 1.2 Indicar características que possuem os seres vivos. 1.3 Registrar os diversos seres vivos que observam e legendar.	R.1 • Papel • Lápis de carvão e de cor • Borracha • Afia	• Exemplificar conceitos. • Recolher informação	MP. 1 • Colocar questões semiabertas; • Mediar a conversa; • Encorajar a discussão; • Recolher as ideias que os alunos já possuem sobre a existência de	60'

	<p>QP. 2 - Como são constituídos os seres vivos?</p>	<p>T2: Trabalho de pares - Observar fotografias de seres vivos, na sua grande maioria desconhecidos dos alunos, em enciclopédia (Farndon, <i>et al</i>, 2011; Gispert, 1999, Morgan, 2008) e Internet.</p> <p>2.1. Debater com colegas e professora os conceitos de ecossistema e biodiversidade (relativamente aos seres microscópicos).</p> <p>T3: Elaborar a carta de planificação 1 e 2 relativa ao tema “Constituição dos seres vivos”.</p> <p>3.1. Executar as atividades experimentais “Observação da células de epiderme da cebola” e “Observação das células do epitélio bucal”, com controlo de variáveis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Projetor • Computador com ligação à Internet • Enciclopédia temática <p>R. 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cartas de planificação 1 e 2 (Apêndices I e J) • MOC • Lâminas e lamelas 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar atividades experimentais • Identificar variáveis • Manusear sensores 	<p>seres vivos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expor os conceitos de ecossistema e biodiversidade; • Projetar imagens da internet e distribuir enciclopédias temáticas; • Promover o contacto com o maior número de seres vivos possível; • Acompanhar o trabalho de pares de análise das enciclopédias; • Focalizar a atenção dos alunos para aspetos importantes, a observar; • Sistematizar a informação. <p>MP. 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribuir as cartas de planificação 1 e 2; • Desenvolver trabalho experimental. • Explicar a teoria celular e tipos de reprodução; • Sondar os alunos 	<p>90'</p> <p>180'</p>
--	---	--	--	---	--	--------------------------------------

<p>SERES VIVOS DA REPRESA DA QUINTA DA AZENHA</p>	<p>- Que diferenças observo entre seres vivos e seres não vivos?</p> <p>QP. 3</p> <p>– Que seres vivos observamos na água colhida na represa da Quinta da Azenha?</p>	<p>3.2. Registrar as observações efetuadas ao MOC e microscópio digital.</p> <p>3.3. Analisar os resultados obtidos.</p> <p>3.4. Discutir os resultados das atividades experimentais e retirar conclusões.</p> <p>3.5. Responder às questões - problema.</p> <p>T4: Comparar a constituição de seres vivos com minerais.</p> <p>4.1. Observar rochas com a lupa binocular (distinguir diferentes minerais que as constituem).</p> <p>4.2. Observar a cortiça.</p> <p>4.3. Partilhar ideias</p> <p>T5: Elaborar a carta de planificação 3 relativa ao tema “Existência de biodiversidade nos seres vivos aquáticos, unicelulares.”</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Pipeta ● Pinça ● Epiderme do bolbo da cebola, e esfregaço do epitélio bucal ● Espátula ● Bisturi ● Vidro de relógio ● Água destilada ● Microscópio digital (Discoverytm USB Microscope, Deluxemodel - Veho® ROHS) ● Lápis de carvão e de cor ● rochas ● cortiça <p>R. 3</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Fotografias de meios de cultura ● Lupas de mão ● Carta de planificação 3 	<ul style="list-style-type: none"> ● Explicar acontecimentos ● Manipular sensores ● Identificar variáveis ● Controlar variáveis ● Resolver problemas ● Domínio de 	<p>sobre as características apresentadas pelos seres vivos, salientando a reprodução como fator essencial da manutenção da biodiversidade.</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Auxiliar na retirada de conclusões. <p>MP. 3</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Distribuir a carta de planificação 3; ● Desenvolver trabalho prático experimental; 	<p>120'</p>
--	--	--	--	---	--	--------------------

<p>SERES VIVOS EXISTENTES NO AR DA SALA DE AULA E RECINTO ESCOLAR</p>	<p>QP. 4 – Existem seres vivos no ar?</p>	<p>5.1. Observação da quantidade de seres vivos existentes na água recolhida num frasco, de uma represa; 5.2. Realizar a atividade experimental “Observação de seres unicelulares, existentes na água da represa”, ao MOC. 5.3. Registrar as observações efetuadas ao MOC e microscópio digital. 5.4. Analisar os resultados obtidos. 5.5. Discutir os resultados da atividade experimental e retirar conclusões. 5.6. Responder à questão - problema.</p> <p>T6: Verificar a existência de biodiversidade no ar da sala de aula e recinto exterior: 6.1. Observar o ar da sala a olho nu e com a lupa de mão; 6.2. Descrever e registar o que cada aluno conseguiu ver;</p>	<p>(Apêndice K)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microscópio ótico composto (MOC) • Lupa binocular (SWIFT® stereo 9015378 eighty) • Microscópio digital (Discovery™ USB Microscope, Deluxemodel - Veho® ROHS) • Lâminas e lamelas • Pipeta • Água de colheita • Lápis de carvão e de cor <p>R. 4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lupas de mão • Óculos (lupas) • Videoprojetor • Máquina fotográfica digital • Meios de cultura • Caneta de acetato • Estufa 	<p>técnicas experimentais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar previsões • Observar • Registrar as observações • Identificar variáveis • Registrar observações <p>• Descrever o ar da sala</p> <ul style="list-style-type: none"> • Registrar observações 	<ul style="list-style-type: none"> • Levar os alunos a perceberem a biodiversidade existente, nos seres unicelulares; • Auxiliar na retirada de conclusões. <p>MP. 4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar a questão introdutória; • Ouvir as explicações dos alunos sobre o que existe no ar; • Explicar que a nossa visão é limitada, daí o recurso à técnica para auxiliar a visão. Na 	<p>90'</p> <p>120'</p>
---	--	---	--	--	--	--------------------------------------

		<p>T7: Elaborar a carta de planificação 4 relativa ao tema “Existência de seres vivos no ar”.</p> <p>7.1. Expor, durante 30’, os meios de cultura na sala de aula e recinto escolar (colocação de uma caixa de Petri para controlo, fechada, e outra aberta, em cada um dos locais);</p> <p>7.2. Recolher os meios de cultura e identificação dos locais nas mesmas, para colocar na estufa.</p> <p>7.3. Observar mais atenta e pormenorizadamente as caixas de Petri, após dois dias de incubação na estufa, utilizando a lupa de mão, lupa binocular e microscópio digital;</p> <p>7.4. Registrar por escrito as diferenças nas características apresentadas pelas colónias de bactérias observadas no interior das caixas de Petri.</p> <p>7.5. Discutir os resultados da atividade experimental e retirar conclusões.</p> <p>7.6. Responder à questão - problema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Carta de Planificação 4 (Apêndice L) • Lápis de carvão e de cor • Borracha • Luvas de latex • Sacos de plástico • Meios de cultura (incubados) • Lupa de mão • Lupa binocular (SWIFT® stereo 9015378 eighty) • Microscópio digital (Discovery™ USB Microscope, Deluxemodel - Veho® ROHS) • Lápis de carvão e de cor • Borracha e afia • Papel • Quadro negro • Giz 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular materiais de laboratório • Analisar dados • Comparar previsões com os resultados obtidos • Manipular sensores • Identificar variáveis • Explicar fenómenos 	<p>situação concreta, além da lupa de mão, recorrer-se-á a meios de cultura.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentar a carta de planificação 4 e explicar a sua importância para a atividade experimental; • Desenvolver trabalho prático experimental; • Acompanhar os alunos na colocação de meios de cultura na sala de aula e recinto escolar, apoiando sempre que surjam dúvidas; • Ajudar os alunos no preenchimento da carta de planificação 4. • Explicar o fenómeno ocorrido nas caixas de Petri aquando da colocação na estufa; • Focalizar a atenção dos alunos para aspetos importantes a observar; • Focar as colónias de bactérias/fungos a observar na lupa binocular e microscópio digital; • Acompanhar a discussão e registo dos seres vivos 	<p>120’</p>
--	--	--	---	---	--	--------------------

<p>EXTRAÇÃO DE ADN DO MORANGO</p>	<p>QP. 5 – Porque é que os morangos mantêm sempre a mesma aparência de geração em geração?</p>	<p>T8:Realizar a atividade experimental “Extração de ADN do morango” conforme descrita no protocolo experimental 1; 8.1. Observar os resultados (estrutura do ADN); 8.2.Preencher uma ficha de registo sobre a relação entre genótipo, fenótipo e hereditariedade.</p>	<p>R.5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vídeo (Potências de 10) • Computador e projetor • Protocolo experimental 1 (apêndice M) • 2 Funis • 3 Morangos • Bisturi • Almofariz e pilão • 2 Balões de Erlenmeyer • 2 Provetas e 2 tubos de ensaio • Vareta de vidro • 2 Folhas de papel de filtro • Água e sal de 	<ul style="list-style-type: none"> • Manusear material de laboratório • Realizar trabalho experimental • Recolher informação • Adquirir e explicar fenómenos ou acontecimentos • Relacionar conceitos 	<p>existentes no ar; • Sistematizar a informação.</p> <p>MP. 5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projetar o filme e mostrar a estrutura do ADN; • Explicar sua função do ADN e que o genótipo tem implicações no aspeto dos seres vivos, fenótipo. • Desenvolver trabalho laboratorial; • Sintetizar e sistematizar a informação sobre as observações efetuadas. 	<p>180'</p>
--	---	---	---	--	--	--------------------

<p>AVALIAÇÃO</p>	<p>QP. 6</p> <ul style="list-style-type: none"> - O que aprendi ao longo das aulas? - O que mais gostei de trabalhar/aprender ao longo deste trabalho experimental? 	<p>T9: Avaliação:</p> <p>9.1. Construir uma rede nocional;</p> <p>9.2. Responder individualmente a um questionário de avaliação de aprendizagens;</p> <p>9.3. Responder individualmente a um questionário de avaliação das atividades realizadas durante este trabalho experimental.</p>	<p>cozinha</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detergente • Álcool a 95° • Ficha de registo (Apêndice N) <p>R. 6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rede nocional (Apêndice O) • Ficha de avaliação de aprendizagens adquiridas (Apêndice P) • Ficha de avaliação das atividades realizadas (Apêndice Q) 	<ul style="list-style-type: none"> •Elaborar esquemas •Relacionar conceitos 	<p>MP. 6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribuir a ficha para avaliação das atividades e aprendizagens desenvolvidas durante o trabalho experimental. 	<p>120'</p>
-------------------------	--	--	--	---	---	--------------------

COMPETÊNCIAS, CONHECIMENTOS E ATITUDES A DESENVOLVER:

- Compreender a multiplicidade de características inerentes aos seres vivos
- Desenvolver o campo concetual, nomeadamente os conceitos de ecossistema, biodiversidade, ser vivo e ser não vivo reprodução, seres unicelulares e pluricelulares, ADN genótipo, fenótipo e hereditariedade;
- Identificar a reprodução como fator principal para a manutenção da biodiversidade;
- Tomar consciência das suas ideias sobre o mundo microscópico;
- Desenvolver práticas epistémicas (descrever, observar, fazer previsões, registar em cartas de planificação, relacionar...);
- Comparar as observações realizadas com diferentes ampliações;
- Comparar a análise sensorial com resultados obtidos pela utilização de sensores (lupa binocular, MOC e microscópio digital);

- Formular questões perante novas observações e perante a aquisição de novas aprendizagens;
- Manusear um instrumento tecnologicamente recente, (Discoverytm USB Microscopewith 400X Magnification –Deluxemodel - Veho® ROHS CE).
- Utilizar equipamento laboratorial e manuseá-lo tendo em conta as regras que este tipo de trabalho requer;
- Efetuar experiências de caráter prático e exploratório;
- Calcular a ampliação a partir dos valores de grandeza da ocular e objetivas dos MOC e lupa binocular;
- Preencher cartas de planificação com progressiva autonomia
- Utilizar fontes diversificadas de informação e pesquisar de forma eficaz (internet, enciclopédias,...);
- Refletir e procurar formas de resolução de problemas;
- Desenvolver a literacia científica e capacidade de análise;
- Aceitar as opiniões e respeitar dúvidas dos colegas;
- Colaborar nas tomadas de decisão realizadas em grupos de trabalho, partilhando ideias ou contrapondo, mas justificando o seu ponto de vista;
- Desenvolver aprendizagens autênticas.

TEMPO TOTAL ESTIMADO PARA DESENVOLVER A SITUAÇÃO FORMATIVA: 18 horas.

SITUAÇÃO FORMATIVA 4 - ESTUDO DE CASO 4: “ESTUDO DE UMA GRANDEZA FÍSICA - A SALINIDADE DA ÁGUA”


CONTEXTO DE APRENDIZAGEM: Grupo de 12 alunos do 5.º ano de escolaridade, com a idade média de 10 anos, de uma escola privada de ensino básico do 1º e 2º ciclo, localizada no distrito do Porto, concelho de Vila Nova de Gaia. A investigadora não é professora da turma, sendo responsável pela dinamização das sessões que foram desenvolvidas no clube de Ciências Naturais.

SABERES DISPONÍVEIS DOS ALUNOS:

- ⇒ A água do mar é salgada;
- ⇒ O sal de cozinha pode ser extraído a partir da água do mar;
- ⇒ A água pode evaporar-se;
- ⇒ A água pode ter temperaturas diferentes;
- ⇒ A temperatura da água pode variar em função da temperatura ambiente;
- ⇒ Há materiais que são bons condutores da corrente elétrica;
- ⇒ Ler e interpretar gráficos / tabelas;
- ⇒ Contacto prévio com alguns materiais de laboratório a utilizar.

CAMPO CONCEPTUAL:

- ⇒ Salinidade
- ⇒ Temperatura
- ⇒ Volume
- ⇒ Sólido
- ⇒ Solvente
- ⇒ Solução
- ⇒ Diluição
- ⇒ Evaporação
- ⇒ Microsiemens
- ⇒ Sensor
- ⇒ Energia

SITUAÇÃO CIENTÍFICA	QUESTÃO-PROBLEMA	TAREFAS DOS ALUNOS	RECURSOS	MEDIÇÃO DA PROFESSORA		
				PRÁTICAS EPISTÉMICAS A DESENVOLVER	OUTRAS INICIATIVAS	
		T0: Analisar, em grande grupo, fotografias das atividades implementadas no ano letivo anterior, no âmbito do estudo do ecossistema Poças de Maré, no sentido de relembrar os conceitos abordados, objetivos das mesmas e aprendizagens efetuadas.	R.0 • Fotografias das atividades implementadas aquando de um primeiro estudo do	• Exemplificar de conceitos	MP.0 • Projetar fotografias de atividades experimentais anteriormente realizadas	20'

<p>SABOR DE DIFERENTES ÁGUAS</p>	<p>QP. 1 -Serão algumas águas diferentes quanto ao seu sabor?</p> <p>↳ Que explicação dar para o sabor das mesmas?</p>	<p>T1: Analisar sensorialmente diferentes amostras de água (água – destilada, engarrafada, engarrafada com sal dissolvido).</p> <p>1.1. Identificar, recorrendo ao cheiro e à visão os líquidos contidos nos recipientes.</p> <p>1.2. Uma vez conhecido que as amostras são de água, provar as diferentes amostras de água, descrevendo as sensações aquando do ato de provar.</p> <p>1.3. Preencher a folha de registo “Uso dos sentidos para uma primeira perceção de salinidade”, indicando o que fizeram e o que sentiram ao provar as diferentes águas.</p>	<p>ecossistema Poças de Marés</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computador • Projetor e tela (ou quadro interativo) <p>R.1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Água destilada • Água engarrafada • Sal de cozinha refinado • Conta-gotas (ou pipetas de Pasteur) • Esguicho • 1 Colher ou vareta • 3 Recipientes de plástico ou vidro (gobelés) com 0,5l de capacidade • 1 Vidro de relógio • Balança de precisão • Folha de registo 1 (Apêndice R) • Lápis de carvão e/ou caneta 	<ul style="list-style-type: none"> • Recolher informação • Descrever sensações • Interpretar sensações • Formular hipóteses • Explicar acontecimentos • Manipular objetos tecnológicos • Formular conclusões • Analisar dados • Explicar acontecimentos • Comparar previsões com 	<ul style="list-style-type: none"> • Colocar questões semiabertas • Mediar a conversa <p>MP.1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar questões semiabertas • Encorajar a discussão • Mediar a conversa • Recolher as ideias que os alunos já possuem sobre formas de perceber diferenças entre líquidos recorrendo ao uso dos sentidos humanos • Supervisionar o ato de provar • Estimular a partilha de sensações aquando do ato de provar • Distribuir a folha de registo da atividade 	<p>90'</p>
---	---	--	---	--	---	-------------------

<p>RELAÇÃO ENTRE O SABOR DE UMA ÁGUA E A SUA COMPOSIÇÃO QUÍMICA</p>	<p>QP. 2 - Quais os constituintes de diferentes águas engarrafadas?</p>	<p>T2: Observar rótulos de água engarrafada para identificação de alguns constituintes da água engarrafada.</p> <p>2.1. Identificar o cloreto de sódio como um constituinte presente na água engarrafada.</p> <p>2.2. Relacionar a quantidade de cloreto de sódio presente em diferentes águas (águas engarrafadas, água do mar), com o sabor mais ou menos salgado que apresentam.</p>	<p>R.2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rótulos de 3 marcas de águas engarrafadas diferentes 	<p>os resultados obtidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analisar dados • Relacionar dados 	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir que a atividade é fotografada pelos alunos <p>MP.2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar questões semiabertas • Encorajar a discussão • Mediar a conversa • Distribuir os rótulos pelos alunos • Focar a atenção dos alunos em aspetos chave • Expor o conceito de salinidade 	<p>30'</p>
<p>VARIAÇÃO DO SABOR DE DIFERENTES ÁGUAS EM FUNÇÃO DA SALINIDADE</p>	<p>QP. 3 - Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no sabor da mesma?</p>	<p>T3: Elaborar a carta de planificação 1, em grupos de três elementos, relativa à questão-problema “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no sabor da mesma?”.</p> <p>3.1. Executar a atividade experimental com controlo de variáveis.</p>	<p>R.3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Água destilada • Sal de cozinha refinado • Conta gotas (ou pipetas de Pasteur) • Esguicho 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar atividades experimentais • Identificar e controlar variáveis 	<p>MP.3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar questões semiabertas • Encorajar a discussão • Mediar a conversa • Focar a atenção dos alunos em aspetos importantes para 	

		<p>3.2. Analisar sensorialmente as soluções salinas, e classifica-las segundo uma escala de intensidade de sabor salgado.</p> <p>3.3. Efetuar os registos da análise sensorial das soluções salinas.</p> <p>3.4. Discutir os resultados da atividade experimental e retirar conclusões.</p> <p>3.5. Responder à questão problema.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3 Colheres ou varetas • 3 Recipientes de plástico ou vidro (goblés) com 0,5l de capacidade • 3 Vidros de relógio • Balança de precisão • Carta de Planificação 1 (Apêndice S) 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular materiais de laboratório • Domínio de técnicas experimentais especificar • Manipular objetos tecnológicos • Registrar observações • Explicar conceitos • Analisar e interpretar dados • Relacionar conceitos 	<p>minimizar o erro durante a execução da atividade experimental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientar o trabalho experimental e o manuseamento de material de laboratório • Encorajar o enunciar de previsões • Garantir que se respeitam normas de higiene no ato de provar (<i>uso de um conta gotas por prova e aluno</i>) • Estimular a partilha de sensações aquando do ato de provar • Distribuir a Carta de Planificação I • Auxiliar no preenchimento da Carta de Planificação • Acompanhar a análise dos dados recolhidos, focando a atenção dos alunos nos aspetos chave • Mediar e incentivar a retirada de conclusões 	120'
--	--	---	---	--	--	-------------

<p>VARIAÇÃO DO VALOR DE CONDUTIVIDADE DE DIFERENTES ÁGUAS EM FUNÇÃO DA SALINIDADE</p>	<p>QP. 4 - Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no valor da condutividade?</p> <p>Qual a importância do uso de sensores no estudo da variação da salinidade / condutividade de uma solução?</p>	<p>T4: Elaborar a carta de planificação 2 relativa às questões-problema “Como podemos medir a salinidade de diferentes águas? Será o sensor de condutividade adequado?”</p> <p>4.1. Executar a atividade experimental com controlo de variáveis.</p> <p>4.2. Analisar os resultados obtidos.</p> <p>4.3. Registar os valores de condutividade obtidos para cada uma das soluções salgadas.</p> <p>4.4. Discutir os resultados da atividade experimental.</p> <p>4.5. Comparar os resultados obtidos na atividade experimental da carta de planificação 1 com os resultados obtidos na atividade experimental da carta de planificação 2, no sentido de estabelecerem a relação entre a quantidade de sal dissolvido num mesmo volume de água e o sabor da mesma com o valor de condutividade.</p> <p>4.6. Retirar conclusões</p> <p>4.7. Responder à questão problema.</p>	<p>R.4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Água destilada • Sal de cozinha refinado • Esguicho • 3 Colheres ou varetas • 3 Recipientes de plástico ou vidro (gobelés) com 0,5l de capacidade • 3 Vidros de relógio • Balança de precisão • Computador com software compatível com os sensores utilizados (<i>DataStudio® software - versão 1.8.5 ou posterior</i>) • Sensor de condutividade Pasco PS-2116 • Carta de Planificação 2 (Apêndice T) 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar atividades experimentais • Identificar variáveis • Controlar variáveis • Fazer previsões • Manipular materiais de laboratório • Domínio de técnicas experimentais • Manusear sensores • Registar observações • Analisar dados • Explicar acontecimentos • Comparar previsões com resultados obtidos • Resolver problemas 	<p>MP.4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relembrar atividades desenvolvidas e conclusões retiradas • Colocar questões semiabertas • Encorajar a discussão • Mediar a conversa • Orientar na aferição de procedimentos a adotar • Auxiliar na preparação das soluções salinas • Apresentar o sensor de condutividade • Incentivar o manusear do sensor pelos alunos • Expor o conceito de condutividade • Explicar a relação entre a condutividade e a salinidade • Focar a atenção dos alunos em aspetos importantes para a execução da atividade experimental (<i>simbologia inscrita no sensor</i>) 	<p>90'</p>
--	--	--	---	--	---	-------------------

					<ul style="list-style-type: none">• Distribuir a Carta de Planificação 2• Auxiliar no preenchimento da Carta de Planificação• Encorajar o enunciar de previsões• Assegurar a correta ligação do sensor ao computador• Acompanhar a manipulação do sensor• Garantir a execução do procedimento envolvido na medição da condutividade• Orientar o trabalho experimental• Assegurar o registo dos dados recolhidos• Acompanhar a análise dos dados recolhidos, focando a atenção dos alunos nos aspetos chave• Sistematizar a informação• Mediar e incentivar a retirada de conclusões	
--	--	--	--	--	---	--

<p>VARIAÇÃO DO VALOR DE CONDUTIVIDADE DE UMA SOLUÇÃO SALINA MAIS CONCENTRADA POR DILUIÇÃO DE OUTRA MENOS CONCENTRADA</p>	<p>QP. 5 O que irá acontecer ao valor da condutividade de uma amostra de água com sal dissolvido, quando diluímos nela uma outra amostra de água com menos sal dissolvido?</p>	<p>T5: Analisar a questão-problema lançada “O que irá acontecer ao valor da condutividade de uma amostra de água com sal dissolvido, quando diluímos nela uma outra amostra de água com menos sal dissolvido? Porquê?”, fazendo previsões</p> <p>5.1. Elaborar duas soluções com diferentes graus de salinidade (2g sal em 200ml água destilada / 0,5g sal em 200 ml de água destilada).</p> <p>5.2. Preencher os campos do procedimento e do material a utilizar da folha de registo 2, com orientação do professor.</p> <p>5.3. Medir o valor da condutividade da solução mais concentrada recorrendo ao sensor, e anotar o valor registado.</p> <p>5.4. Adicionar à solução mais concentrada, 100ml da solução menos concentrada e medir a condutividade, registando o valor medido.</p> <p>5.5. Adicionar mais 100ml da solução de menor concentração à mais concentrada e medir a condutividade da solução final.</p> <p>5.6. Registrar os resultados obtidos em todas as situações na tabela da folha de registo 2.</p>	<p>R.5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Água destilada • Sal de cozinha refinado • Esguicho • 2 Colheres ou varetas • 2 Recipientes de plástico ou vidro (gobelés) com 0,5l de capacidade • 2 Vidros de relógio • 1 Proveta graduada de 100 ml • 1 Conta gotas • Balança de precisão • Computador com software compatível com os sensores utilizados (<i>DataStudio® software - versão 1.8.5 ou posterior</i>) • Sensor de condutividade Pasco PS-2116 • Folha de registo 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular materiais de laboratório • Domínio de técnicas experimentais • Manusear sensores • Manipular objetos tecnológicos • Formular previsões • Registrar observações • Analisar dados • Explicar acontecimentos • Comparar previsões 	<p>MP.5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar questões semiabertas • Encorajar a discussão • Orientar na aferição de procedimentos a adotar • Auxiliar na preparação das soluções salinas • Relembrar a relação entre a condutividade e a salinidade • Focar a atenção dos alunos em aspetos importantes para a execução da atividade experimental <p>Distribuir a folha de registo da atividade</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auxiliar no preenchimento da folha de registo • Encorajar o enunciar de previsões • Orientar a manipulação do sensor • Orientar o trabalho experimental 	<p>100'</p>
---	---	--	--	--	---	--------------------

<p>VARIAÇÃO DO VALOR DE CONDUTIVIDADE DE UMA SOLUÇÃO SALINA MAIS CONCENTRADA POR DILUIÇÃO DE ÁGUA DESTILADA</p>	<p>QP 6: O que irá acontecer ao valor da condutividade de uma amostra de água com sal dissolvido, quando diluímos nela uma outra amostra de água destilada? Porquê?</p>	<p>5.7. Analisar os dados inscritos na tabela e retirar conclusões, partilhando-as em grande grupo.</p> <p>T6: Analisar a questão-problema lançada “O que irá acontecer ao valor da condutividade de uma amostra de água com sal dissolvido, quando diluímos nela uma outra amostra de água destilada? Porquê?”, fazendo previsões</p> <p>6.1. Elaborar uma solução com a seguinte concentração (2g sal em 200ml água destilada).</p> <p>6.2. Preencher os campos do procedimento e do material a utilizar da folha de registo 3, com orientação do professor.</p> <p>6.3. Medir o valor da condutividade da solução mais concentrada recorrendo ao sensor, e anotar o valor registado.</p>	<p>(Apêndice U)</p> <p>R.6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Água destilada • Sal de cozinha refinado • Esguicho • 1 Colher ou vareta • 2 Recipientes de plástico ou vidro (gobelés) com 0,5l de capacidade • 1 Vidro de relógio • 1 Proveta graduada de 100 ml • 1 Conta gotas • Balança de precisão 	<ul style="list-style-type: none"> • Manipular materiais de laboratório • Domínio de técnicas experimentais • Manusear sensores • Manipular objetos tecnológicos • Formular previsões 	<ul style="list-style-type: none"> • Assegurar o registo dos dados recolhidos • Acompanhar a análise dos dados recolhidos, focando a atenção dos alunos nos aspetos chave • Sistematizar a informação • Mediar e incentivar a retirada de conclusões <p>MP.6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar questões semiabertas • Encorajar a discussão • Orientar na aferição de procedimentos a adotar • Auxiliar na preparação das soluções salinas • Relembrar a relação entre a condutividade e a salinidade • Focar a atenção dos alunos em aspetos importantes para a 	
--	--	--	--	--	--	--

		<p>6.4. Adicionar a essa solução 100ml de água destilada, medir a condutividade.</p> <p>6.5. Adicionar mais 100ml de água destilada e medir a condutividade da solução final.</p> <p>6.6. Registrar os resultados obtidos em todas as situações na tabela da folha de registo 3.</p> <p>6.7. Analisar os dados inscritos na tabela e retirar conclusões, partilhando-as em grande grupo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Computador com software compatível com os sensores utilizados (<i>DataStudio@ software - versão 1.8.5 ou posterior</i>) • Sensor de condutividade Pasco PS-2116 • Folha de registo 3 (Apêndice V) <p>R.7</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Registrar observações • Analisar dados • Explicar acontecimentos • Resolver problemas 	<p>execução da atividade experimental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distribuir a folha de registo da atividade • Auxiliar no preenchimento da folha de registo • Encorajar o enunciar de previsões • Orientar a manipulação do sensor • Orientar o trabalho experimental • Assegurar o registo dos dados recolhidos • Acompanhar a análise dos dados recolhidos, focando a atenção dos alunos nos aspetos chave • Sistematizar a informação • Mediar e incentivar a retirada de conclusões 	
--	--	--	---	--	--	--

SISTEMATIZAÇÃO E AVALIAÇÃO		<p>T7: Discutir, em grande grupo, as conclusões das atividades realizadas.</p> <p>7.1. Estabelecer paralelismo entre o que se verificou nas atividades experimentais realizadas com o que acontece no ecossistema Poças de Maré, respondendo às questões lançadas pela professora: “Que situação experimentada poderia corresponder ao que acontece na água das poças quando chove? Porquê? O que aconteceria se colocassem o sensor numa poça e depois na água do mar? Porquê? E se na poça em que colocámos o sensor, entrasse água do mar?”.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Folha de registo 2 preenchida • Folha de registo 3 preenchida 	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar dados • Explicar fenómenos • Relacionar acontecimentos • Associar conceitos 	<p>MP.7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Colocar questões • Encorajar a discussão • Mediar a conversa • Incentivar a análise dos resultados obtidos • Ajudar os alunos a estabelecer a associação entre o que se verificou e o que acontece no ecossistema Poças de Maré • Avaliar as aprendizagens desenvolvidas 	30'
<p>COMPETÊNCIAS, CONHECIMENTOS E ATITUDES A DESENVOLVER:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Compreender conceito de salinidade. ⇒ Compreender que a salinidade tem diferentes valores em diferentes tipos de água. ⇒ Relacionar a grandeza física salinidade com a condutividade. ⇒ Reconhecer que a água do mar tem salinidade superior à da água da torneira e à da água engarrafada. ⇒ Mobilizar e relacionar conhecimentos de diferentes áreas do saber (Matemática e Estudo do Meio). ⇒ Expressar-se oralmente, com progressiva autonomia e clareza, em função dos seus conhecimentos e ideias do quotidiano sobre o tópico, tendo em conta a oportunidade e situação. ⇒ Desenvolver práticas epistémicas (observar, registar em cartas de planificação;...). ⇒ Preencher cartas de planificação com progressiva autonomia (inclui práticas epistémicas como planear procedimentos, identificar variáveis, planear o controlo de variáveis, observar, descrever, interpretar...). 						

- ⇒Familiarizar-se com grandezas físicas e suas variações.
- ⇒Usar os sentidos para apropriação de fenômenos físicos.
- ⇒Comparar a análise sensorial com resultados obtidos pela utilização de sensores.
- ⇒Reconhecer a utilidade do uso de sensores para a uma melhor compreensão da grandeza física salinidade.
- ⇒Familiarizar-se com o uso de instrumentos para monitorizar fenômenos físicos.
- ⇒Utilizar equipamento laboratorial e manuseá-lo tendo em conta as regras que este tipo de trabalho requer.
- ⇒Ser capaz de efetuar medições em situações diversas.
- ⇒Identificar unidades de medida (volume – *mililitro*; massa – *grama*; condutividade – *MicroSiemens / cm*).
- ⇒Procurar formas de resolução de problemas.
- ⇒ Desenvolver aprendizagens autênticas.

TEMPO TOTAL ESTIMADO PARA DESENVOLVER A SITUAÇÃO FORMATIVA: 8horas

3.2.3.3. Métodos de recolha de dados

Na presente investigação foram utilizadas várias técnicas de recolha de dados. Relativamente às professoras participantes, importa referir que, enquanto responsáveis pela implementação das SF, tiveram um papel investigativo importante no presente estudo. No sentido de se recolher informação detalhada sobre o que aconteceu na implementação das referidas SF e ter uma visão mais holística das inter-relações que se estabeleceram entre os intervenientes (alunos - alunos e alunos - professora), e entre os intervenientes e as tarefas apresentadas, nos quatro estudos de caso, as professoras participantes realizaram observação participante. Essa observação foi fundamental para a obtenção dos dados dos estudos de caso

Na observação participante, o investigador desempenha um papel ativo enquanto realiza a observação, sendo particularmente útil no estudo de pequenos grupos, para processos que duram um certo período de tempo ou quando se pretende reunir informação detalhada sobre o que está a acontecer (Cohen et al., 2007). Os dados que resultam deste tipo de observação são “strong on reality” (Cohen et al., 2007, p. 405).

A maior parte dos dados recolhidos resultou de gravações áudio das aulas/sessões de implementação das SF, dos trabalhos efetuados pelos alunos – esquemas, desenhos e outros registos, como fichas de trabalho e cartas de planificação – assim como do registo fotográfico do decorrer das atividades experimentais. As gravações áudio (da responsabilidade das professoras participantes) permitiram analisar diálogos e partilha de opiniões entre os alunos e as professoras, o desempenho dos alunos na realização das tarefas, as dúvidas com que se depararam, os desafios que conseguiram superar, e a mediação realizada pelas professoras em todo o processo de aprendizagem. De facto, a maioria das aulas desenvolvidas pelas professoras participantes no estudo foram gravadas (gravação áudio), havendo igualmente registo fotográfico (também da responsabilidade das professoras colaboradoras) dos momentos considerados mais importantes para a investigação, o que se revelou fundamental para a recolha de dados.

Para além das técnicas de recolha de dados referidas anteriormente foram ainda utilizadas as narrações multimodais (NM) que são instrumentos de

recolha de dados e organização e apresentação dos mesmos. As NM surgem da necessidade, sentida pelos professores e investigadores na área da Educação, da existência de um instrumento para recolher dados sobre as práticas de ensino de uma forma mais holística, e que preservasse a complexidade e natureza dos eventos ocorridos em sala de aula (Lopes et al., 2010). Segundo estes autores “Foi sentida a necessidade de um instrumento que conseguisse recolher dados não apenas acerca da aula, mas de dentro da aula, que ajudassem a preservar a sua completude e complexidade.” (p. 17)

A narração multimodal (NM), num contexto de ensino-aprendizagem, é a descrição detalhada e objetiva dos eventos que ocorrem na sala de aula, baseada em diferentes tipos de dados que são utilizados na sua construção, estando o seu foco diretamente ligado à mediação do professor (Lopes et al., 2010). A NM pode ser uma ferramenta de apoio ao ensino e desenvolvimento profissional, já que permite ao professor “aperceber-se melhor da realidade das suas aulas”, ao mesmo tempo que “pode também ajudar a perceber formas mais ou menos eficazes de promover as aprendizagens pretendidas.” (Lopes et al., 2010, p. 22).

As NM têm como unidade base o episódio que se inicia quando o professor propõe a tarefa e termina quando esta se dá por finalizada (Lopes et al., 2010). Poderão existir ainda sub-episódios que correspondem a sub-tarefas propostas pelo professor. Cada NM pode ter um ou vários episódios e a duração de cada um deles é variável (minutos ou várias aulas, por exemplo) (Lopes et al., 2010). Na primeira parte da NM, faz-se um resumo de toda a aula e a sua contextualização, enquanto a descrição do(s) episódio(s) é feita numa segunda parte (Lopes et al., 2010).

A NM é mais rápida e fácil de se fazer se o narrador for o professor que lecionou a aula (Lopes et al., 2010). No entanto, e tal como aconteceu neste estudo, é igualmente possível um investigador fazer a NM mesmo que não tenha estado presente na aula. Para tal, é necessário obter mais informações e dados do professor, relativamente a aspetos que não são suficientemente perceptíveis nas gravações (exemplo: os silêncios, as ações, expressões faciais, intenções, decisões...) (Lopes et al., 2010).

Qualquer NM apresenta um conjunto de características específicas, que podemos ver sumariadas na Tabela 15. Trata-se de narrações holísticas da realidade, ou seja, são características fundamentais a sua natureza descritiva, o mais completa possível, e o seu caráter multimodal, usando representações múltiplas dos múltiplos fenómenos e linguagens que estiveram presentes na realidade relatada (Lopes et al., 2014).

Tabela 15 - Características das Narrações Multimodais, adaptado de Lopes et al., 2010

Características	
1. Modular	A descrição é feita por episódios.
2. Descritiva	É dada uma imagem que corresponde à realidade do que aconteceu na aula.
3. Completa	Permite aludir a várias vertentes (pedagógica, didática, psicossocial e epistemológica)
4. Multimodal	Utiliza as ações como pano de fundo e complementa o fio condutor da aula com representações, tipos de linguagem, intenções, expressões, etc.
5. Verificável	É baseada numa prévia análise externa cruzada dos documentos que a suportam.
6. Comparável	A atenção está no desenvolvimento de uma tarefa.
7. Objetiva	Os professores tentam não interpretar ou justificar os acontecimentos
8. Mostra a intencionalidade do professor	Os professores indicam o que os levou a tomar determinados rumos, mantendo um fio condutor ao longo da narração
9. Útil	Para o ensino, desenvolvimento profissional e investigação.

Consideram-se três fases na construção de uma NM:

1) Recolha de dados: o professor deve recolher os dados que são independentes dele (por exemplo: gravações das aulas, documentos produzidos pelos alunos) e os que são dependentes (por exemplo: notas do professor de elementos que não são perceptíveis nas gravações, ações realizadas como silêncios, gestos, recursos, organização espacial da sala) (Lopes et al., 2010; Lopes et al., 2014). Esta fase foi realizada em reuniões entre a investigadora e as professoras colaboradoras de cada um dos estudos de caso, onde foram fornecidos à investigadora todos os materiais produzidos

pelos alunos, os registos áudio e fotográficos e documentos com apontamentos e informações adicionais registados pelas professoras colaboradoras (diário de bordo), que poderiam ser relevantes para uma melhor compreensão do decorrer das aulas;

2) Construção: inicia-se pela audição da gravação e a organização dos elementos recolhidos. Procedeu-se a uma análise cruzada entre os dados fornecidos pelas gravações e os outros elementos multimodais, nomeadamente, fotografias, documentos utilizados na aula, documentos produzidos pelos alunos, entre outros (Lopes et al., 2010; Lopes et al., 2014). Esta fase foi realizada pela investigadora, que em cada estudo de caso selecionou as aulas onde tinham sido implementadas as tarefas que recorriam ao trabalho experimental com uso dos sentidos e sensores, procedeu à audição dos ficheiros áudio dessas aulas, à organização textual das mesmas com introdução de fotografias e registos efetuados pelos alunos.

3) Validação: corresponde à fase em que se realiza uma verificação por outros investigadores externos, acerca da sua fiabilidade, validade e facilidade de leitura (Lopes et al., 2010; Lopes et al., 2014). É uma fase muito importante já que uma vez alcançada a versão final de uma NM esse documento não poderá ser modificado, tornando-se disponível para ser utilizado na investigação (Lopes et al., 2010). Nesta investigação, uma vez organizadas as NM, estas foram validadas por investigadores qualificados em validação de NM e pelas professoras colaboradoras, com base na observação participante realizada. Nas primeiras análises realizadas foi necessário alterar ou acrescentar informações às NM, nomeadamente, tempos de desenvolvimento das tarefas, inclusão de mais registos feitos pelos alunos, informações que não estavam bem perceptíveis nas gravações áudio, e para as quais foi necessário a colaboração das professoras participantes, procedendo-se de seguida a novo processo de validação. Após todas as correções necessárias, e feita a validação final, foi constituída a versão final das NM.

Em suma, as NM são uma forma de recolher e organizar dados, e surgem como uma necessidade de analisar a prática docente de forma rigorosa e detalhada, constituindo uma mais valia para os docentes, já que contribuem para o seu desenvolvimento profissional. Através das NM, é possível analisar

as ações e competências desenvolvidas pelos alunos, as dificuldades com que estes se deparam na realização das tarefas propostas e de que forma a mediação docente permitiu ou não a superação dessas dificuldades.

Após a implementação das SF, foram realizadas entrevistas às professoras participantes, com exceção das professoras participantes do estudo de caso 2, para perceber as principais dificuldades e desafios com que as professoras se depararam na implementação das tarefas autênticas. A não realização da entrevista às professoras participantes do estudo de caso 2, deveu-se sobretudo a razões de ordem logística (trata-se de um estudo de caso com características específicas, em que as tarefas foram implementadas por duas professoras estagiárias, com a supervisão da professora cooperante e titular de turma, e que se encontravam na fase de elaboração de relatórios finais de estágio, quando foram realizadas as entrevistas com as outras professoras participantes, havendo por isso incompatibilidade de agenda). No entanto, a análise das dificuldades e desafios inerentes a este estudo de caso não foi condicionada, já que a investigadora estabeleceu diálogo, por diversas vezes, com estas professoras, no sentido de obter informações relativas à forma como decorreram as aulas, quais as principais dificuldades sentidas, e quais os pontos positivos que se destacavam, informações que foram registadas pela investigadora. A investigadora, teve ainda oportunidade de observar a primeira aula deste estudo de caso, retirando informações relativamente ao comportamento dos alunos, à forma como encaram, por exemplo, o trabalho experimental, às dificuldades que sentem, e ao tipo de mediação mais frequente utilizada pelas professoras. As informações contidas nas narrações multimodais foram ainda muito importantes para caracterizar as dificuldades e desafios deste estudo de caso.

No sentido de orientar as entrevistas, a investigadora foi formulando algumas questões, como por exemplo: “Qual a reação dos alunos no desenvolvimento das situações formativas?”, “Que dificuldades foram sentidas, quer pelas professoras participantes, quer pelos alunos, no desenvolvimento das tarefas propostas?”, “Que pontos positivos se podem destacar?” e “Que sugestões apontam para melhorar a implementação deste tipo de tarefas?”. Essas entrevistas, gravadas e posteriormente transcritas para texto, foram

sujeitas a análise de conteúdo, por parte da investigadora, no sentido de recolher mais dados para mais completa análise e discussão dos resultados.

O conteúdo das entrevistas foi analisado pela investigadora, que definiu diferentes categorias de análise, tendo em conta os objetivos e as questões de investigação. No que concerne às dificuldades definiram-se as seguintes categorias de análise: comportamento dos alunos, contexto, tempo e tarefa. Relativamente aos desafios definiram-se como categorias de análise a tarefa, a avaliação da aprendizagem e o tempo.

3.2.3.4. Tratamento e análise de dados

Uma vez recolhida toda a informação, seguiu-se a fase de tratamento e análise de dados. A análise de dados pode ser entendida como uma forma de fazer com que a informação faça sentido relativamente às definições da situação em estudo, reconhecendo padrões, temas, categorias e regularidades (Cohen et al., 2007).

Numa primeira fase, foi necessário realizar uma transcrição integral dos registos áudios, das diferentes aulas de cada um dos estudos de caso, para o processamento em Microsoft Word. De referir que, nesta tarefa de transcrição dos registos áudio, a investigadora teve a colaboração de uma bolsista (“Bolsa de Investigação Científica e Desenvolvimento - Instituto Politécnico do Porto / Banco Santander Totta”), do projeto de investigação “SOS Abstrato: Sondar e Sentir o Ambiente para Desenvolver o Pensamento Abstrato”, do Centro de Investigação e Inovação em Educação (INED), da ESEIPP. Após audição dos ficheiros áudio e leitura das respetivas transcrições, foi ainda necessário organizar quer os registos dos alunos pela ordem cronológica em que foram sendo produzidos, quer as fotografias que foram tiradas aquando da realização das diferentes atividades.

Posteriormente, procedeu-se à organização das transcrições efetuadas, e definiram-se os critérios para seleção das tarefas autênticas que integrariam as narrações multimodais. Assim, foram selecionadas as tarefas autênticas que recorriam ao trabalho experimental com uso dos sentidos e sensores. Embora existissem outras tarefas autênticas, como se pode verificar nas situações

formativas, que também recorriam ao trabalho experimental e aos sensores, procurou-se selecionar as aulas em que fosse mais evidente a continuidade das tarefas da análise sensorial, com as tarefas experimentais de análise com os sensores. Para as NM, dos quatro estudos de caso, foram selecionadas as transcrições que correspondiam às aulas onde se desenvolveram essas tarefas autênticas (ver tabela 16). De referir que, para além das informações contidas nas transcrições dos registos áudios, analisaram-se e selecionaram-se as fotografias que pudessem completar ou fornecer novas informações e que dessem uma visão mais detalhada do desempenho dos alunos, da organização do espaço e dos materiais e da ação do professor, nessas aulas. Também foi fundamental a análise dos registos produzidos pelos alunos, para que fosse possível selecionar alguns exemplos elucidativos do desempenho dos mesmos às tarefas propostas, e pudessem integrar o corpo das narrações multimodais.

Tabela 16 - Especificação das tarefas autênticas selecionadas das situações formativas, para a construção das NM

Estudo de caso	Questões-problema das tarefas autênticas selecionadas	Narração Multimodal	Duração das sessões narradas
EC1: Germinação das sementes	<ul style="list-style-type: none"> • Explorando os sensores de luminosidade e temperatura – o que me dizem os sentidos? 	1 e 2	NM1 – 45 min NM2 – 90 min
EC2: Qualidade da água para consumo	<ul style="list-style-type: none"> • Relativamente à turvação, podemos considerar estas águas próprias para consumo? 	3	NM3 – 45 min
EC3: Complexidade do conceito de ser vivo e biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> • Como são constituídos os seres vivos? • Que diferenças observo entre os seres vivos e os seres não vivos? 	4 e 5	NM4 – 2 h NM5 – 5 h
EC4: Estudo de uma grandeza física – a salinidade da água	<ul style="list-style-type: none"> • Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no sabor da mesma? • Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no valor da condutividade? 	6	NM6 – 90 min

Uma vez terminadas as NM, foi necessário analisar o seu conteúdo. A análise de conteúdo é uma ferramenta científica de análise das comunicações,

que tem como objetivo “*making replicable and valid inferences from texts (or other meaningful matter) to the contexts of their use*” (Krippendorff, 2013, p. 24). A análise de conteúdo fornece ao investigador novas percepções e amplia a compreensão do fenómeno em estudo (Krippendorff, 2013). É comum que nos procedimentos de análise de conteúdo se recorra a um processo de categorização, com o objetivo de fornecer uma representação simplificada dos dados brutos (Bardin, 1977).

Definiram-se, então, as categorias e subcategorias de análise das narrações multimodais. As categorias de análise definidas nesta investigação foram dez práticas epistémicas (PE), enumeradas e definidas na Tabela 17.

Tabela 17 - Definição e caracterização das categorias de análise

Categoria	Definição
PE1	Prática Epistémica 1 – Descrever : os alunos usam informação adquirida para caracterizar verbalmente objetos ou fenómenos.
PE2	Prática Epistémica 2 – Formular questões : os alunos verbalizam questões ou problemas baseados em conhecimentos, para compreenderem fenómenos ou conceitos.
PE3	Prática Epistémica 3 – Fazer estimativas / previsões : os alunos verbalizam estimativas e ou previsões sobre as variáveis em estudo no sentido de desenhar uma possível solução do problema
PE4	Prática Epistémica 4 – Usar sensores : os alunos planeiam o uso de sensores e manuseiam-nos corretamente.
PE5	Prática Epistémica 5 – Interpretar : os alunos explicam o significado de objetos ou fenómenos baseados nas suas descrições prévias.
PE6	Prática Epistémica 6 – Controlar variáveis : os alunos implementam os procedimentos definidos para manter o controlo de variáveis, mudar variáveis independentes e monitorizar variáveis dependentes.
PE7	Prática Epistémica 7 – Formular hipóteses : os alunos formulam hipóteses para explicar determinado fenómeno.
PE8	Prática Epistémica 8 – Organizar informação : os alunos registam, classificam ou estruturam os dados
PE9	Prática Epistémica 9 - Criar representações : os alunos criam desenhos, esquemas ou representações simbólicas dos objetos ou fenómenos.
PE10	Prática Epistémica 10 – Relacionar : os alunos estabelecem relações em diferentes situações (por exemplo, entre os dados e os conceitos, entre os conceitos e diversos contextos CTS).

As categorias e subcategorias foram definidas com base em estudos anteriores, nomeadamente do projeto SOS Abstrato, e da análise das NM.

Assim, a seleção do referido conjunto de práticas epistémicas teve em consideração que as tarefas implementadas com os alunos foram pensadas e concebidas no sentido de desenvolver essas mesmas práticas, mais relacionadas com as etapas clássicas características do método experimental, e das tarefas autênticas, e não outras, que por isso não foram consideradas para análise. De referir também que, inicialmente, uma das categorias de análise definidas era a prática epistémica “Observar”. No entanto, após a primeira reunião de validação das categorias de análise com investigadores externos, com prática na identificação de práticas epistémicas em NM, optou-se por retirar a mesma, uma vez que os indicadores da observação eram os registos e as representações, que já constituíam em si outras categorias de análise. É ainda importante frisar que, embora se tenha procedido à análise destas categorias de análise, não significa que pontualmente não se tenham verificado a existência de outras práticas epistémicas realizadas pelos alunos, como poderemos ver exemplificado no capítulo seguinte.

Relativamente às subcategorias de análise, foram definidas três subcategorias – sensores (SS), sentidos (ST) e mediação do professor (MP) -, que estão relacionadas com a forma como o aluno realizou determinada prática epistémica, recorrendo: “Aos sensores”; “Aos sentidos”; com “Mediação do professor”.

Foram ainda definidos os seguintes critérios para a classificação das PE nas NM:

- Contabilizam-se as PE ocorridas em diferentes momentos/situações, mas não se multiplicam pelo número de alunos (por exemplo, se há várias respostas a uma determinada questão formulada pela professora, contabiliza-se que ocorreu uma ou mais PE, não se multiplicando pelo número de alunos que responderam a essa questão e que desenvolveram essa/s mesma/s PE).

- A contabilização de PE ocorridas com base nos sentidos é realizada quando os alunos recorrem a informações sensoriais adquiridas no momento e também quando recorrem a memórias sensoriais.

- Quando os alunos realizam PE, no uso de mediadores epistémicos (por exemplo, cartas de planificação) criados e mobilizados, ou apenas mobilizados,

pelo professor, considera-se que essas práticas são realizadas com mediação pelo professor.

- Para que se considere a ocorrência e contabilização de uma PE, não é necessário que o aluno tenha tido uma ação que se venha a verificar correta, mas “apenas” que tenha agido de forma similar às práticas de pesquisa científica. Por exemplo, as previsões não têm de se verificar para ser consideradas previsões, as analogias não têm de ser rigorosas para se considerar que o aluno relacionou conceitos ou contextos.

- Quando a PE9 (Criar representações: os alunos criam desenhos, esquemas ou representações simbólicas dos objetos ou fenômenos) ocorre, considera-se que também ocorre a PE8 (Organizar informação: os alunos registam, classificam ou estruturam os dados). No entanto, a PE8 pode acontecer sem que ocorra a PE9.

Após a criação de categorias e subcategorias, organizaram-se as mesmas em tabelas de Microsoft Excel, procedendo-se posteriormente à análise das NM. Nas NM, foi analisada cada tarefa desenvolvida pelos alunos, correspondente a cada episódio, registando-se na folha Excel a ocorrência, ou não, de cada uma das práticas epistémicas definidas, com a codificação respetiva de 1 ou 0, tendo em consideração a subcategoria correspondente.

Capítulo 4 – Apresentação e discussão dos resultados

As situações formativas criadas para cada um dos estudos de caso foram implementadas, tendo sido desenvolvidas pelos alunos as respetivas tarefas autênticas. As tarefas autênticas, embora diferentes nos quatro estudos de caso, consoante a natureza da temática abordada, apresentam características comuns, nomeadamente, o facto de mobilizarem o uso dos sentidos e dos sensores para a caracterização dos diferentes parâmetros ambientais em estudo, contemplarem a realização de trabalho experimental para a resolução dos problemas apresentados, e o preenchimento de cartas de planificação. As diferenças mais significativas encontradas nas tarefas autênticas dos quatro estudos de caso, prendem-se com os parâmetros ambientais em estudo, que diferem de caso para caso, e que implicam o uso de sentidos e de sensores adequados a esses mesmos parâmetros.

Para a apresentação dos resultados da implementação das situações formativas, desenvolveram-se narrações multimodais para episódios selecionados, nomeadamente, os que correspondiam às aulas de desenvolvimento das tarefas identificadas pelas seguintes questões-problema: “Explorando os sensores de luminosidade e temperatura – o que me dizem os sentidos?” – EC1; “Relativamente à turvação, podemos considerar estas águas próprias para consumo?” – EC2; “Como são constituídos os seres vivos?” e “Que diferenças observo entre os seres vivos e os seres não vivos?”- EC3; “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no sabor da mesma?” e “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no valor da condutividade?” – EC4. Esta seleção foi baseada no facto de serem as aulas/sessões onde era mais evidente a continuidade das tarefas da análise sensorial, com as tarefas experimentais de análise com os sensores.

Considerando os objetivos e questões de investigação deste estudo, apresentar-se-ão, de seguida, os resultados da análise de conteúdo, das narrações multimodais relativas às aulas/sessões onde foram desenvolvidas as tarefas autênticas, que constam nas diferentes situações formativas dos quatro estudos de caso. Assim, particularizando, para o estudo de caso 1 – “Germinação de sementes”, foi realizada análise de conteúdo das NM1 -

“Análise sensorial dos parâmetros ambientais temperatura e luminosidade” e NM2 - “Análise com sensores dos parâmetros ambientais temperatura e luminosidade; no estudo de caso 2 – “Qualidade da água para consumo”, foi realizada análise de conteúdo da NM3 - “Uso do sensor de turvação na determinação da qualidade da água”; no estudo de caso 3 – “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”, foi realizada análise de conteúdo da NM4 – “Observação das células da epiderme do bolbo da cebola, ao MOC e microscópio digital”, e NM5 - “Observação das células do epitélio bucal, ao MOC e microscópio digital”; e no estudo de caso 4 – “Estudo de uma grandeza física – a salinidade da água”, foi realizada análise de conteúdo da NM6 - “Análise sensorial de diferentes soluções salgadas, e determinação do respetivo valor de condutividade”.

As categorias de análise de conteúdo foram as dez práticas epistémicas definidas para este estudo, tendo em conta outros estudos já realizados e a natureza das tarefas desenvolvidas. As dez práticas epistémicas são: PE1 – descrever; PE2 – formular questões; PE3 – fazer estimativas/previsões; PE4 – usar sensores; PE5 – interpretar; PE6 – controlar variáveis; PE7 – formular hipóteses; PE8 – organizar informação; PE9 – criar representações e PE10 – relacionar. As subcategorias de análise definidas foram os sensores (SS), os sentidos (ST) e a mediação do professor (MP) -, que estão relacionadas com a forma como o aluno realizou determinada prática epistémica, recorrendo: “Aos sensores”; “Aos sentidos”; com “Mediação do professor”, como explicado no capítulo anterior.

4.1. Apresentação e tratamento dos resultados

Após a elaboração das NM e a fase de categorização, e tendo por base essas NM, procedeu-se à análise dos quatro estudos de caso. Foram analisadas pormenorizadamente as categorias de análise definidas, ou seja, as PE desenvolvidas pelos alunos, tendo em conta as subcategorias de análise descritas anteriormente. De referir ainda que, as NM também foram analisadas no sentido de encontrar evidências das dimensões que constam do instrumento para análise dos resultados “O uso dos sentidos e sensores, e o papel da

mediação do professor, no desenvolvimento de práticas epistêmicas, nas atividades autênticas de caracterização do meio” (ver Tabela 18), que resultou da adaptação de um outro instrumento já validado “*Framework to inform the design and the assessment of the use of senses and sensors to develop abstract thinking*” (Silva, Lopes & Silva, 2013), e ainda as questões de investigação definidas previamente. Este instrumento para análise dos resultados, ao englobar as categorias de análise das NM, e ainda as dimensões relativas ao uso dos sentidos e dos sensores e à mediação do professor, constitui uma ferramenta muito completa, permitindo uma análise mais holística dos quatro estudos de caso.

Tabela 18 - Instrumento para análise dos resultados “O uso dos sentidos e sensores, e o papel da mediação do professor no desenvolvimento de práticas epistêmicas, nas atividades autênticas de caracterização do meio”

O uso dos sentidos e sensores, e o papel da mediação do professor no desenvolvimento de práticas epistêmicas, nas atividades autênticas de caracterização do meio		
<small>(adaptado de Silva M.J., Lopes J.B., Silva A.A. (2013). <i>Using senses and sensors in the environment to develop abstract thinking – a theoretical and instrumental framework</i>)</small>		
Dimensão	Sub dimensão	Desenvolvimento da ideia
1. O uso dos sentidos e dos sensores pelas crianças	1.1. Controlar os dados sensoriais e o uso efetivo dos sensores	As crianças podem controlar o uso dos seus sentidos (visão, audição, olfato, tato...) assim como qual a informação a adquirir, procurando as condições mais adequadas, como a localização, o ângulo de visão... O uso de cada sensor implica a procura das condições mais adequadas para o utilizar, tais como a ampliação, a localização....
	1.2. Usar os sensores como extensões dos sentidos humanos	A observação sensorial, em diversas circunstâncias, familiariza as crianças com as propriedades de fenómenos e objetos naturais, construindo experiências concretas que podem constituir a base para que os dados dos sensores façam sentido. A diversidade de sensores permite que as crianças possam explorar múltiplas informações ambientais e possam produzir múltiplos registos de informação ambiental, tais como fotografias, ficheiros áudio, vídeos, gráficos. Usando os sensores, as crianças podem comparar o que é possível observar com os sensores com o que é possível observar usando apenas os sentidos.
	1.3. Comparar os dados sensoriais com os dados fornecidos pelos sensores	Utilizando os sensores, as crianças adicionam novos significados à observação sensorial dos fenómenos naturais, e podem compreender e comparar o que é possível perceber apenas com os sentidos humanos e com os sensores. A comparação da avaliação sensorial com os dados fornecidos pelos sensores pode contribuir para melhorar o uso dos sentidos e dos sensores pelas crianças.

2. Práticas epistêmicas	2.1. Descrever 2.2. Formular questões 2.3. Fazer previsões 2.4. Usar sensores 2.5. Interpretar 2.6. Controlar variáveis 2.7. Formular hipóteses 2.8. Organizar informação 2.9. Criar representações 2.10. Relacionar	O uso dos sentidos e dos sensores pode melhorar a descrição de objetos e fenômenos naturais, facilitando interpretações mais aprofundadas. Usando a informação adquirida pelos sentidos, as crianças podem fazer previsões e formular hipóteses. Os sensores podem ser a base instrumental para controlar variáveis, organizar informação, e criar múltiplas representações. Com o uso dos sentidos e dos sensores as crianças poderão estabelecer relações em diferentes situações, como por exemplo, entre os dados e os conceitos, entre os conceitos e diversos contextos CTS.
3. Mediação do professor	3.1. Contextualizar a aprendizagem	Os alunos, quando colocados a trabalhar em ambientes de aprendizagem próximos do mundo real, mais facilmente estabelecem ligações entre os conceitos e os fenômenos. A contextualização das situações-problema potencia o envolvimento produtivo do aluno na disciplina (Lopes <i>et al</i> , 2012).
	3.2. Tornar as estratégias científicas visíveis	Ferramentas como cartas de planificação, tabelas de observação, gráficos e outros mediadores epistêmicos, podem ajudar os alunos a serem conscientes da necessidade de separarem observações, de interpretações e estimativas. Os professores podem apoiar (<i>scaffold</i>) e complementar o uso desses mediadores epistêmicos para melhorar a compreensão do fenômeno em estudo pelas crianças.
	3.3. Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato	Os professores apoiam a interpretação de representações mais complexas dos conceitos e fenômenos em estudo, a partir da observação sensorial da realidade, procurando estabelecer uma transição gradual de representações mais concretas para representações mais abstratas.

4.1.1. O uso dos sentidos e dos sensores pelas crianças

Nos quatro estudos de caso (EC1; EC2; EC3; EC4), na implementação das situações formativas, as crianças utilizaram os sentidos e os sensores na caracterização dos parâmetros ambientais em estudo.

4.1.1.1. Controlar os dados sensoriais e o uso efetivo dos sensores

As crianças procuraram as condições mais adequadas para o uso dos sentidos (como a visão, o paladar e o tato) e dos sensores (como o sensor de temperatura, o sensor de luminosidade, o sensor de turvação, o Microscópio Ótico Composto (MOC), o microscópio digital, e o sensor de condutividade) na exploração do ambiente.

Em cada estudo de caso, os sensores foram selecionados de acordo com o fenômeno e as grandezas ambientais em estudo. Os sentidos foram utilizados pelas crianças para explorar e controlar as condições mais adequadas para usar os sensores. Na Tabela 19 estão exemplificadas situações de procura das melhores condições do uso dos sentidos e dos sensores, nos diferentes estudos de caso.

Pela análise da referida tabela, é possível perceber que as crianças procuraram diferentes condições para o uso dos sentidos e dos diferentes sensores, nomeadamente a localização dos sensores de temperatura e luminosidade na sala de aula (junto à janela, dentro do armário, no frigorífico) e a posição mais adequada para os usar (EC1), o ângulo de visão para avaliar a turvação (EC2), a ampliação para o uso dos microscópios (EC3), a ingestão de pão para o uso do sentido paladar, e a posição para o uso do condutivímetro. (EC4).

As estratégias usadas pelas crianças foram diversas nos quatro estudos de caso. No EC1, para identificar os locais da sala de aula que apresentavam mais ou menos luz e maior ou menor temperatura, os alunos movimentaram-se pela sala de aula, posicionando-se nos diferentes locais, referenciando os locais que apresentavam temperaturas mais elevadas e mais baixas (recorrendo ao tato/sentido da temperatura) e os locais que apresentavam maior e menor luminosidade (recorrendo à visão). Foi nesses locais que os sensores selecionados foram usados pelas crianças.

No EC2, para caracterizar sensorialmente as diferentes amostras de água, os alunos procuraram o melhor ângulo de visão para efetuarem as observações, manuseando os gobelés de forma a obterem uma boa iluminação e visualização dos mesmos. Posteriormente recorreram ao turbidímetro para analisarem a turvação das diferentes amostras de água, manuseando-o tendo em atenção as recomendações dadas pela professora, nomeadamente, terem que agitar cuidadosamente a cuvete que continha a amostra de água a analisar, colocar logo de seguida no dispositivo, e manter a mesa de suporte ao sensor e o sensor o mais estáveis possível durante a medição.

No EC3, os alunos inicialmente observaram a olho nú a preparação da epiderme da túnica da cebola, e a preparação do epitélio bucal. Posteriormente observaram essas mesmas preparações ao MOC e microscópio digital, em diferentes ampliações, conseguindo identificar as unidades constituintes de cada um dos tecidos observados, as células, o que não tinha sido possível apenas pela observação das preparações a olho nu.

No EC4, os alunos analisaram sensorialmente três amostras de água com sal, classificando-as segundo uma escala de intensidade de sabor salgado. Posteriormente, recorreram ao sensor de condutividade para analisar a condutividade de cada uma dessas amostras, procurando estabelecer a relação entre os valores de condutividade obtidos e a quantidade de sal dissolvida, tendo conhecimento prévio de que essas duas grandezas estão relacionadas (quanto maior a salinidade maior a condutividade).

As crianças encontraram algumas dificuldades nas tarefas de análise sensorial, e em particular nas tarefas de análise com sensores, tentando superá-las de várias formas, quer por iniciativa própria, quer por sugestão das professoras. Por exemplo, no EC1, os alunos tiveram que contornar o problema da bateria do computador onde estava ligado o sensor de temperatura. Mesmo depois de carregada a bateria, o computador não possuía autonomia, pelo que foi necessário utilizar uma extensão, para que este permanecesse sempre ligado à corrente elétrica, e assim não se desligasse durante as medições.


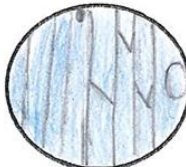


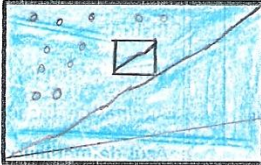
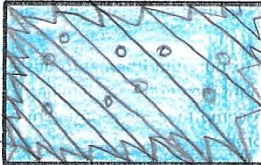

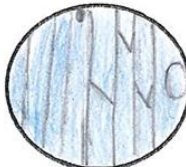


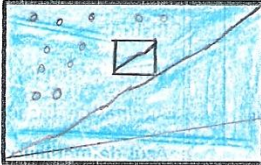
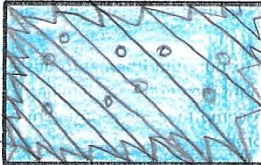

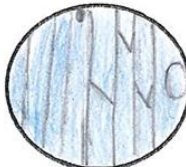


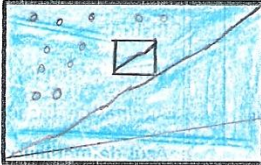
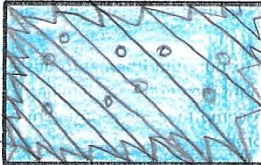
Já no EC2, o uso do sensor da turvação implicou cuidados no seu manuseamento: o sensor deveria estar o mais estável possível, os alunos só podiam pegar nas cuvetes pela parte superior, para evitar interferências durante a medição. Nem todos os alunos manusearam o sensor de turvação, por falta de tempo e por só existir um sensor de turvação. No sentido de minimizar estas limitações, a professora selecionou quatro elementos, um de cada grupo de trabalho, para analisar a turvação da amostra de água atribuída. De frisar que neste EC a análise sensorial implicou controlo por parte da professora participante, no sentido de evitar que os alunos tocassem e provassem as amostras de água.

No EC3, os sensores utilizados foram o MOC e o microscópio digital, e as dificuldades sentidas pelos alunos estiveram relacionadas com as observações pela ocular do MOC, já que a imagem fornecida, nem sempre foi perceptível para todos os alunos. Para ultrapassar este problema, a professora tirou fotografias pela ocular do MOC, projetando posteriormente a imagem no computador, para que os alunos percebessem o que estavam a observar.

No EC4, os alunos tiveram que manusear o sensor de condutividade tendo em atenção, por exemplo, que o deveriam lavar com água destilada sempre que mudavam o sensor de uma amostra salina, para outra amostra salina diferente, no sentido de evitar interferências, o tempo de utilização do sensor em cada amostra deveria ser o mesmo (cerca de um minuto) e que a posição do sensor em termos de profundidade nas amostras deveria também ser igual.

Tabela 19 - O controlo dos dados sensoriais e o uso efetivo dos sensores

Estudo de caso (EC)	Exemplos
EC1	<p>Os alunos, recorrendo à visão e ao tato, identificaram os locais da sala de aula que apresentavam maior e menor luminosidade e temperatura. Para tal, movimentaram-se na sala de aula, para que melhor pudessem analisar sensorialmente esses parâmetros. Posteriormente, selecionaram o sensor de temperatura e de luminosidade, para que pudessem determinar os valores de temperatura e luminosidade nos locais previamente selecionados para a análise sensorial.</p> <p>No registo da temperatura em diferentes locais da sala de aula e no frigorífico, para o qual se utilizou o sensor de temperatura, os alunos foram confrontados com um problema, já que a bateria do computador ao qual estava ligado o sensor estava viciada, e não aguentava muito tempo sem estar ligada à corrente. No sentido de não perderem dados e poderem registar os valores de temperatura nos diferentes locais, adaptaram uma extensão, o que permitiu que o computador estivesse permanentemente ligado à corrente e os alunos pudessem manusear o sensor, deslocando-se com ele pela sala, sem que este se desligasse.</p>

<p>EC2</p>	<p>Na análise sensorial das amostras de água, os alunos procuraram o melhor ângulo de visão para efetuarem essas observações, manuseando os gobelés de forma a obterem uma boa iluminação e visualização dos mesmos. Após a observação sensorial das amostras de água, e no sentido de responder à questão-problema “Relativamente à turvação, podemos considerar estas águas próprias para consumo?”, os alunos utilizaram o sensor de turvação, que lhes permitiu avaliar o valor de turvação de cada uma das amostras. Durante o manuseamento do sensor os alunos tiveram em atenção as recomendações dadas previamente pela professora, no sentido de manterem o sensor o mais estável possível, e manusearem as cuvetes pela tampa, agitando-as antes de efetuar a medição.</p>												
<p>EC3</p>	<p>Os alunos observaram as preparações da epiderme da túnica da cebola e do epitélio bucal, a olho nú, no sentido de identificarem os constituintes desses tecidos. Posteriormente os alunos observaram ao MOC e ao microscópio digital as preparações, em diferentes ampliações, o que lhes permitiu visualizar as células (que não tinham conseguido ver sem o uso do microscópio), concluindo que as plantas e os animais eram constituídos por células.</p> <p>REGISTO:</p> <table border="1" data-bbox="450 801 1337 1227"> <tr> <td data-bbox="450 869 678 1025"> <p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>4</u> X Ocular - <u>16</u> X <u>16</u> x <u>4</u> = <u>64</u> X MOC</p> </td> <td data-bbox="678 869 906 1025"> <p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>10</u> X Ocular - <u>16</u> X <u>16</u> x <u>10</u> = <u>160</u> X MOC</p> </td> <td data-bbox="906 869 1134 1025"> <p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>40</u> X Ocular - <u>5</u> X <u>5</u> x <u>40</u> = <u>200</u> X MOC</p> </td> <td data-bbox="1134 869 1337 1025"> <p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>40</u> X Ocular - <u>16</u> X <u>16</u> x <u>40</u> = <u>640</u> X MOC</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="590 1249 1225 1601"> <tr> <td data-bbox="590 1249 906 1384"> <p>AMPLIAÇÃO: <u>20</u> X Microscópio digital</p> </td> <td data-bbox="906 1249 1225 1384"> <p>AMPLIAÇÃO: <u>380</u> X Microscópio digital</p> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Registo das células da epiderme da cebola observadas pelo MOC e microscópio digital</p> <p>Nas observações efetuadas ao MOC, alguns alunos tiveram dificuldades na observação pela ocular, pelo que a professora optou por tirar fotografias ao campo do MOC, e projetar a imagem no computador. Dessa forma os alunos identificaram sem problemas as células de cada um dos tecidos observados.</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>4</u> X Ocular - <u>16</u> X <u>16</u> x <u>4</u> = <u>64</u> X MOC</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>10</u> X Ocular - <u>16</u> X <u>16</u> x <u>10</u> = <u>160</u> X MOC</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>40</u> X Ocular - <u>5</u> X <u>5</u> x <u>40</u> = <u>200</u> X MOC</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>40</u> X Ocular - <u>16</u> X <u>16</u> x <u>40</u> = <u>640</u> X MOC</p>					<p>AMPLIAÇÃO: <u>20</u> X Microscópio digital</p>	<p>AMPLIAÇÃO: <u>380</u> X Microscópio digital</p>		
<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>4</u> X Ocular - <u>16</u> X <u>16</u> x <u>4</u> = <u>64</u> X MOC</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>10</u> X Ocular - <u>16</u> X <u>16</u> x <u>10</u> = <u>160</u> X MOC</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>40</u> X Ocular - <u>5</u> X <u>5</u> x <u>40</u> = <u>200</u> X MOC</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - <u>40</u> X Ocular - <u>16</u> X <u>16</u> x <u>40</u> = <u>640</u> X MOC</p>										
													
<p>AMPLIAÇÃO: <u>20</u> X Microscópio digital</p>	<p>AMPLIAÇÃO: <u>380</u> X Microscópio digital</p>												
													

EC4	<p>Na análise sensorial das diferentes soluções salinas, para que não houvesse influência do sabor salgado de uma determinada solução para as restantes, os alunos mastigaram um pouco de pão, no intervalo entre cada uma das análises sensoriais, para neutralizar o sabor salgado da solução analisada.</p> <p>Para a utilização do sensor da condutividade, os alunos refletiram sobre as condições que deveriam estar reunidas para uma correta determinação da condutividade, estabelecendo que a forma de utilização do sensor e o tempo de utilização do mesmo deveria ser igual, para as diferentes soluções. Determinaram que, a posição do sensor nos diferentes gobelés que continham as soluções salinas tinha que ser igual (o sensor não poderia ficar mais à superfície numa amostras, e mais em profundidade noutra), que o tempo de medição seria de um minuto, e que deveriam lavar o sensor com água destilada entre as medições das diferentes soluções.</p>
------------	---

4.1.1.2. Usar os sensores como extensões dos sentidos humanos

Na implementação das situações formativas, as tarefas autênticas, analisadas com recurso às narrações multimodais, iniciaram-se com tarefas de uso dos sentidos e posterior recurso aos sensores no processo de caracterização do meio. Esta dinâmica permitiu que os alunos conseguissem, numa primeira fase e usando os sentidos, uma maior familiarização com o fenómeno natural em estudo, e numa segunda fase, em que recorriam aos sensores, que as informações fornecidas pelos órgãos dos sentidos fossem completadas e/ou reavaliadas. Na globalidade dos estudos de caso, verificou-se que os alunos não estavam habituados a usar os sentidos como instrumentos capazes de fornecer informações ambientais, pelo que as atividades desenvolvidas permitiram que os alunos prestassem maior atenção aos seus sentidos, percebendo que estes são a primeira fonte de captação de informações ambientais. De referir ainda que, embora se tenha verificado esta falta de prática no uso dos sentidos, enquanto instrumentos de recolha de informações ambientais, também foi possível constatar que os alunos se mostraram motivados e empenhados na realização das tarefas que implicavam o uso dos sentidos. Na Tabela 20 estão exemplificadas situações de uso dos sensores, como extensões dos sentidos humanos.

A observação e análise sensorial de um determinado objeto ou fenómeno natural foi realizada em diversas situações, no sentido de promover

uma maior familiarização com esses objetos ou fenômenos em concreto. Por exemplo, através da observação de diferentes amostras de água para avaliarem a sua potabilidade (EC2); de sentirem, recorrendo ao tato/sentido da temperatura, a temperatura do ar em diferentes locais da sala de aula e de observarem os locais da sala de aula onde a intensidade da luz era maior ou menor (EC1); de provarem diferentes amostras de soluções salgadas, para as caracterizarem utilizando uma escala de intensidade de sabor salgado (EC4).

A diversidade de sensores permitiu que as crianças pudessem explorar quantitativamente múltiplas informações ambientais, complementando, assim, as informações sensoriais já recolhidas.

No sentido de pesquisarem os locais da sala de aula que apresentavam mais ou menos luz e maior ou menor temperatura (EC1), os alunos recorreram aos sensores de temperatura e luminosidade. Manusearam os sensores, colocando-os em diferentes pontos da sala de aula (perto da janela, longe da janela, dentro do armário, dentro do frigorífico...), e analisaram os valores registados pelos sensores (EC1).

Para análise da potabilidade de diferentes amostras de água relativamente ao parâmetro da turvação (EC2), as crianças utilizaram o sensor de turvação.

Para análise da salinidade de uma solução, os alunos utilizaram o sensor de condutividade (EC4), já que a salinidade e a condutividade são duas grandezas inter-relacionadas (UNESCO, 1983) – quanto maior a salinidade maior o valor de condutividade. Pelos valores de condutividade registados pelo sensor nas diferentes amostras, os alunos inferiram qual das amostras apresentava maior salinidade. As crianças cruzaram os dados adquiridos pelo sensor com as informações resultantes da análise sensorial feita previamente, no sentido de estabelecerem ligações e relações entre os dois grupos de dados.

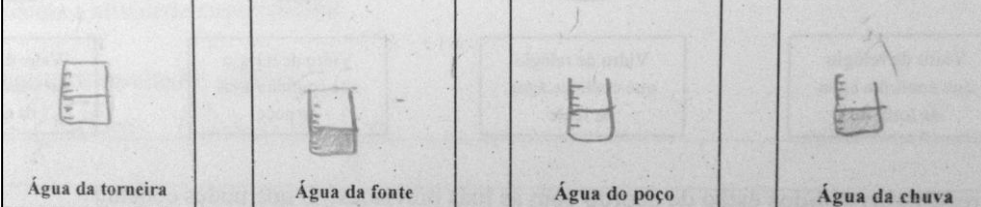
O uso conjunto dos sentidos e sensores permitiu ainda que os alunos desenvolvessem competências de produção de registos de informação ambiental. Os dados sensoriais foram sempre registados pelas crianças, sob a forma de breves descrições do objeto em estudo (EC1), desenho/grafismos

(EC1; EC2; EC3), registros numéricos (EC1; EC4). Pelo uso do microscópio, os alunos registaram a informação ambiental sob a forma de desenhos, recorrendo a diferentes ampliações (EC3). Os dados adquiridos pelos sensores foram registados sob a forma de gráficos e tabelas, produzidos automaticamente pelos sensores (EC1; EC4), que os alunos tinham que posteriormente analisar.

Os diferentes registros, como os desenhos após observação ao microscópio, e outros dados recolhidos e registados pelas crianças durante as tarefas, assim como os gráficos produzidos automaticamente pelos sensores, foram usados como pontes entre as variáveis mais abstratas e as experiências sensoriais das crianças. Assim, quando se analisam os dados mais abstratos fornecidos pelos sensores, como valores de temperatura (EC1) ou de condutividade (EC4), as experiências multissensoriais prévias das crianças apoiam a interpretação desses dados, estabelecendo-se ligações entre o concreto e o abstrato. Aqui, é preciso exemplificar, recorrendo às narrações multimodais (o EC4 tem alguns dados adequados).

Pelo exposto, pode afirmar-se que, nas tarefas autênticas aqui descritas, as crianças puderam usar os sensores para continuar a exploração de elementos e grandezas ambientais. Puderam complementar o que lhes tinha sido possível observar usando apenas os sentidos com o que observaram com os sensores. As fichas de trabalho, usadas como mediadores epistémicos nas diversas tarefas autênticas, apoiaram o uso dos sensores como extensão dos sentidos, porque focaram a atenção das crianças na criação, justaposição e análise da informação adquirida pelos sentidos e pelos sensores.

Tabela 20 - Exemplos de uso dos sensores como extensões dos sentidos humanos

Estudo de caso (EC)	Exemplos										
<p>EC1</p>	<p>Os alunos utilizando a visão, identificaram os locais da sala de aula onde a luminosidade era maior e menor, registando na planta da sala de aula fornecida. De seguida, recorrendo ao sensor de luminosidade, mediram a intensidade da luz nos diferentes locais da sala, registando os valores obtidos. Realizaram o mesmo procedimento para o parâmetro temperatura, analisando sensorialmente a temperatura em 3 locais distintos da sala de aula (espaço da sala, dentro do armário e no frigorífico), registando e medindo posteriormente a temperatura com o sensor de temperatura.</p> <div data-bbox="475 613 1362 725" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>c) Descreve o que sente a tua pele? <i>a minha pele sente calor na sala e no frigorifico sente frio.</i></p> </div> <p>Descrição realizada por um aluno sobre o que sente a sua pele</p> <div data-bbox="491 788 1347 949" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>e) Regista os locais onde se registou o valor máximo e mínimo de temperatura. Valor máximo: <u>25 °C</u> – Local: <u>janela (sala)</u> Valor mínimo: <u>-18 °C</u> – Local: <u>congelador</u></p> </div> <p>Registo dos valores máximo e mínimo registados pelo sensor de temperatura e identificação do respetivo local.</p>										
<p>EC2</p>	<p>Após a observação de quatro amostras de água diferentes, recorrendo à visão, os alunos foram questionados sobre a presença de partículas nas amostras, selecionando algumas dessas amostras como contendo partículas em suspensão (água da fonte e da chuva).</p> <div data-bbox="411 1196 1401 1411" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  </div> <p>Registo dos alunos relativos à análise sensorial das diferentes amostras de água.</p> <p>De seguida, utilizando o sensor de turvação, analisaram o valor de turvação de cada uma das amostras.</p> <div data-bbox="555 1554 1283 1935" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;">APÓS A EXPERIMENTAÇÃO</p> <p>Verificámos que...</p> <table border="1" data-bbox="740 1720 1257 1921"> <thead> <tr> <th>Amostra</th> <th>Valor de turvação obtido (NTU)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Água da torneira</td> <td>0,0 NTU</td> </tr> <tr> <td>Água da fonte</td> <td>0,7 NTU</td> </tr> <tr> <td>Água do poço</td> <td>0,3 NTU</td> </tr> <tr> <td>Água da chuva</td> <td>0,6 NTU</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>Registo dos valores de turvação obtidos pelo turbidímetro para as diferentes amostras de água.</p>	Amostra	Valor de turvação obtido (NTU)	Água da torneira	0,0 NTU	Água da fonte	0,7 NTU	Água do poço	0,3 NTU	Água da chuva	0,6 NTU
Amostra	Valor de turvação obtido (NTU)										
Água da torneira	0,0 NTU										
Água da fonte	0,7 NTU										
Água do poço	0,3 NTU										
Água da chuva	0,6 NTU										

EC3

Os alunos começaram por observar a olho nu as preparações feitas com a epiderme da túnica da cebola e com o epitélio bucal (Figura 7), mas não efetuaram qualquer registo dessas mesmas observações. Posteriormente recorreram ao MOC e microscópio digital para observarem essas mesmas preparações.

Figura 7- Observação feita por um aluno (canto inferior direito da figura) da epiderme da túnica da cebola



O uso do MOC e do microscópio digital permitiu trabalhar o conceito de célula enquanto constituinte de todos os seres vivos, e permitiu que os alunos desenvolvessem competências de observação e de desenho das mesmas células com diferentes ampliações.

REGISTO:			
<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - $\frac{4}{16}$ X Ocular - $\frac{16}{16}$ X $\frac{16}{16} \times \frac{4}{16} = \frac{64}{16}$ X MOC</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - $\frac{10}{16}$ X Ocular - $\frac{16}{16}$ X $\frac{16}{16} \times \frac{10}{16} = \frac{160}{16}$ X MOC</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - $\frac{40}{5}$ X Ocular - $\frac{5}{5}$ X $\frac{5}{5} \times \frac{40}{5} = \frac{200}{5}$ X MOC</p>	<p>AMPLIAÇÃO: Objetiva - $\frac{40}{16}$ X Ocular - $\frac{16}{16}$ X $\frac{16}{16} \times \frac{40}{16} = \frac{640}{16}$ X MOC</p>

Registo da observação de células do epitélio da túnica da cebola, ao MOC.

EC4

Os alunos classificaram três soluções salinas segundo uma escala de intensidade do sabor salgado fornecida. Para isso, provaram cada uma dessas soluções, mastigando um pouco de pão para que não houvesse influência de sabor da solução provada, para a solução seguinte.

EXPERIMENTAÇÃO			
Executar a planificação (controlando variáveis, observando, registrando...).			
*0 – NÃO SALGADO 1 – QUASE NADA SALGADO 2 – POUCO SALGADO 3 – SALGADO 4 – MUITO SALGADO 5 – SALGADÍSSIMO			
RECIPIENTES	VOLUME DE ÁGUA (ml)	MASSA DE SAL (g)	INTENSIDADE DO SABOR SALGADO (0 a 5)*
A	200 ml	1 g	2
B	200 ml	1,5 g	4
C	200 ml	2 g	4

Classificação das amostras salinas quanto à intensidade de sabor salgado
Através do sensor de condutividade, os alunos mediram os valores de condutividade de cada uma das amostras salinas que tinham caracterizado previamente relativamente à intensidade de sabor salgado.

RECIPIENTES	VOLUME DE ÁGUA (ml)	MASSA DE SAL (g)	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S/cm}$)
A	200 ml	1 g	10059 $\mu\text{S/cm}$
B	200 ml	1,5 g	13672 $\mu\text{S/cm}$
C	200 ml	2 g	16602 $\mu\text{S/cm}$

Registo dos valores de condutividade para cada uma das soluções salinas

4.1.1.3. Comparar os dados sensoriais com os dados fornecidos pelos sensores

No desenvolvimento das tarefas autênticas, na exploração sensorial do ambiente, os alunos foram desafiados a realizar estimativas e/ou previsões relativamente aos elementos e grandezas em análise. Essas estimativas e/ou previsões foram realizadas tendo em conta a visão (EC1; EC2; EC3 e EC4), o tato/sentido da temperatura (EC1) e o paladar (EC4). Posteriormente, as crianças utilizaram os sensores no sentido de obter informações mais precisas acerca desses mesmos elementos e grandezas ambientais, que foram comparadas com as informações sensoriais, estimativas e previsões realizadas.

Através das vivências sensoriais, realizadas enquanto se deslocavam, posicionavam, manipulavam os objetos e observavam as diversas dimensões do ambiente, as crianças familiarizaram-se com as questões-problema e com os ambientes, de uma forma corporizada e, portanto, concreta. Esta familiarização constituiu uma base facilitadora do uso dos sensores e da

posterior significação dos dados mais abstratos e precisos fornecidos pelos mesmos, como a interpretação de representações numéricas e gráficas (EC1; EC2; EC4), ou de imagens virtuais fornecidas pelo microscópio digital (EC3).

Nos diversos estudos de caso, os dados adquiridos através do uso dos sensores por vezes confirmaram, mas por vezes divergiram das estimativas e/ou previsões que as crianças realizaram após a observação sensorial (ver Tabela 21), que apresenta exemplos de comparações entre os dados sensoriais e os dados fornecidos pelos sensores, nos quatro estudos de caso). No EC1, as previsões relativas aos locais da sala de aula que apresentavam mais ou menos luminosidade coincidiram com os valores fornecidos pelo sensor de luminosidade. Assim, por exemplo, junto às janelas, os alunos estimaram que haveria mais luminosidade, do que junto à porta, onde haveria menos luminosidade. Os valores fornecidos pelo sensor de luminosidade comprovaram isso mesmo. Já as previsões feitas relativamente à temperatura nos diferentes locais da sala de aula, verifica-se que alguns dos valores estimados estavam próximos dos valores reais, como é o caso dos valores de temperatura junto à janela, enquanto que os valores estimados para a temperatura dentro do armário (cerca de 9°C) foram inferiores ao valor medido (22°C).

No EC2, o uso do sensor da turvação tornou evidente que, em algumas amostras, existia turvação (amostra da água da fonte, amostra da água do poço, e amostra da água da chuva), embora fosse muito reduzida (0,1 NTU, 0,3 NTU e 0,6 NTU respetivamente). Estes valores, numa primeira análise podem ser interpretados pelas crianças como consistentes com as previsões realizadas com base nos sentidos, já que tinham referido que as amostras de água da fonte e da chuva apresentavam turvação. No entanto, são valores muito baixos que não se traduziriam em turvação visível macroscopicamente.

No EC3, o uso dos microscópios (MOC e digital) confirmou a previsão das crianças no que se refere à ampliação visual do objeto observado, tendo no entanto introduzido novas dimensões de observação, permitindo nomeadamente a observação das células.

No EC4, os valores estimados para a condutividade das três soluções salinas corresponderam aos valores fornecidos pelo condutímetro, uma vez que, os alunos estimaram que o valor de condutividade seria maior na solução que apresentava mais quantidade de sal dissolvido, e menor na solução que apresentava menos quantidade de sal dissolvido, o que foi comprovado.

As fichas de trabalho, enquanto mediadores epistémicos, ao focarem a atenção dos alunos na relação entre os dados obtidos apenas com os sentidos e os dados adquiridos com os sensores (ver Tabela 21), pretenderam sensibilizar as crianças para a complementaridade de tais dados e para a possibilidade de melhorar o uso dos sentidos em futuras explorações sensoriais do ambiente.

De referir também que a comparação entre as informações dadas pelo sensor e pelos sentidos permitiu um “aprimorar dos sentidos”, já que pela análise dos dados fornecidos pelo sensor, os alunos puderam perceber a maior ou menor proximidade das suas análises sensoriais contribuindo desta forma para um maior treino dos próprios sentidos. Note-se por exemplo, o que se verificou no EC1, em que os alunos, pela análise dos valores obtidos para a temperatura nos diferentes locais da sala de aula, perceberam, que muitas vezes, as suas previsões eram muito diferentes dos valores reais de temperatura, “sentiam” uma temperatura inferior àquela que na realidade se verificava (exemplo da temperatura no interior do armário, ou da temperatura do frigorífico). Também no EC4, tal é visível, quando os alunos estabelecem a relação entre a análise sensorial efetuada relativamente às três amostras salinas e o valor de condutividade obtido para essas mesmas amostras, constatando que de facto, as amostras que tinham classificado como mais salgadas, apresentavam também valores superiores de condutividade, como seria de esperar tendo em conta os princípios teóricos apresentados aos alunos (a condutividade e a salinidade são grandezas físicas que andam a par).

Tabela 21 - Exemplos de comparações entre os dados sensoriais e os dados fornecidos pelos sensores

Estudo de caso (EC)	Exemplos
<p>EC1</p>	<p>Os dados fornecidos pelo sensor de luminosidade estiveram próximos das estimativas feitas pelos alunos, pelo que o sensor da luminosidade, comprovou a informação fornecida pelos sentidos.</p> <div data-bbox="464 539 1259 1193" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>b) Utiliza uma escala de cinzas para registares na planta da sala os espaços que consideras terem mais luz (a branco) e menos luz (cinzas a preto).</p> </div> <p>Registo efetuado por um aluno, relativamente à análise sensorial da luminosidade na sala de aula.</p> <div data-bbox="368 1285 1355 1417" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>✎ Regista os locais onde se registou o valor máximo e mínimo de luminosidade e identifica-os na planta.</p> <p>Valor máximo: <u>260</u> lux – Local: <u>fora da janela</u></p> <p>Valor mínimo: <u>0</u> lux – Local: <u>dentro do armário</u></p> </div> <p>Registo efetuado por um aluno, relativamente à análise com o sensor da luminosidade em diferentes locais da sala de aula</p> <p>Relativamente à temperatura, nem sempre os valores estimados para a temperatura estiveram próximos dos valores fornecidos pelo sensor. Por exemplo, relativamente a análise sensorial efetuada para a temperatura junto à janela, o valor estimado esteve de próximo do valor dado pelo sensor de temperatura (22°C e 25°C respetivamente) No entanto, para a análise da temperatura dentro do armário, a utilização do sensor de temperatura foi fundamental, uma vez que a maioria dos alunos previu que a temperatura dentro do armário seria muito diferente da temperatura exterior: “Eu acho que a sala tem 17°C”; “No armário acho que tem 9°C, porque como não entra muito ar, está frio.”; “Na sala 20°C, no armário 10°C e no frigorífico -3°C (...) Penso que no armário, como há mais correntes de ar, o armário se torna mais fresco”. O sensor mostrou que afinal os valores de temperatura não eram muito diferentes nos dois locais (25°C e 22°C respetivamente). A mesma situação verificou-se relativamente à análise da temperatura no congelador. Os alunos estimaram um valor de temperatura superior, cerca de - 3°C ou - 9°C, e o valor dado pelo sensor de temperatura foi de - 18°C.</p>

EC2	O recurso ao sensor de turvação foi importante na ligação entre a análise sensorial das amostras de água realizada pelas crianças e os valores fornecidos pelo sensor, uma vez que a maioria dos alunos tinha classificado as diferentes amostras como sendo transparentes recorrendo apenas aos sentidos e os valores de turvação obtidos para essas amostras foram zero ou próximos de zero (0 – 0,6 NTU).
EC3	Partindo-se da questão-problema “Como são constituídas as plantas?”, os alunos recorreram ao MOC e ao microscópio digital para a observação da epiderme da cebola. Nas previsões que antecederam a observação ao microscópio, os alunos referiram que iriam ver a epiderme da cebola maior porque o MOC aumenta. Após a observação fizeram afirmações como: “Nota-se mesmo uma diferença quando se vê ao microscópio!”, “Se virmos a preparação na mão não dá para ver os tracinhos da cebola!”, constatando assim que a observação a olho nu, difere muito da observação recorrendo ao sensor (MOC), já que, tal como previsto, o MOC fornece imagens ampliadas. As observações realizadas com o microscópio digital, também permitiram que os alunos observassem as células que constituíam a epiderme da cebola, devido ao poder ampliador (380x) deste microscópio.
EC4	Os alunos analisaram sensorialmente três soluções salinas relativamente à intensidade de sabor salgado, utilizando para isso uma escala de intensidade de sabor salgado, atribuindo à amostra que continha maior quantidade de sal dissolvido, o maior valor para a intensidade de sabor salgado. Posteriormente, recorreram ao condutivímetro, para avaliar a condutividade de cada uma das amostras, e poderem ordenar as soluções em relação à salinidade, já que sabiam que quanto maior o valor de salinidade maior a condutividade. Os valores obtidos para a condutividade estiveram de acordo com a classificação feita pelos alunos relativamente à intensidade de sabor salgado, já que o maior valor de condutividade obtido correspondeu à amostra que os alunos tinham classificado de mais salgada, e o menor valor de condutividade obtido correspondeu à amostra que tinham classificado de menos salgada. De referir que a solução que apresentava mais sal, não foi classificada da mesma forma por todos os alunos, relativamente à intensidade de sabor salgado: enquanto alguns alunos atribuíram o valor 3, outros atribuíram o valor 4, pelo que concluíram que o sabor salgado não é sentido da mesma forma por todas as pessoas (a análise sensorial apresenta sempre subjetividade, como é visível pela afirmação de um aluno, que diz: “Que nem toda a gente tem o mesmo paladar”).

4.1.2. Práticas epistémicas

A apresentação e análise das ocorrências das PE nos quatro estudos de caso, que se apresentarão de seguida, baseiam-se em dados, resultantes da análise de conteúdo de cada uma das NM, de cada um dos EC. Assim, sempre que se indicam as ocorrências de PE num determinado estudo de caso, está a ter-se como base de análise o conteúdo das NM realizadas. Também é necessário ter em atenção o facto de o número de ocorrências de uma determinada PE estar relacionado com o tempo de aula/sessão narrada, já que, por exemplo, existem NM são de aulas/sessões de 45 minutos (NM1; NM3) e outras de sessões de 5 horas (NM5), o que está explicitamente

assinalado na apresentação dos dados, nomeadamente na legenda dos gráficos.

Pela análise dos seis gráficos correspondentes às seis NM dos quatro estudos de caso, verifica-se que, no conjunto dos quatro estudos de caso, ocorreram as dez práticas epistémicas definidas (ver gráficos 1 a 6 e Tabela 18, que apresenta o instrumento para análise dos resultados). As PE mais frequentes foram: descrever (PE1), fazer estimativas/previsões (PE3), usar sensores (PE4), interpretar (PE5), organizar informação (PE8) e relacionar (PE10) – Tabela 22. De entre estas destacam-se, pelo número elevado de ocorrências, e por se verificarem em todos os EC, as práticas epistémicas descrever (PE1), interpretar (PE5) e relacionar (PE10) (gráficos 1 a 6). É importante ainda realçar que, os alunos usaram sensores (PE4) e organizaram informação (PE8), também nos quatro estudos de caso, embora o número de ocorrências seja inferior à ocorrência das PE referidas anteriormente (gráfico 1 a 6) – Tabela 22.

Tabela 22 - Práticas epistémicas desenvolvidas nos quatro EC e n.º de ocorrências

Práticas epistémicas	Total de ocorrências			
	EC1	EC2	EC3	EC4
PE1 – Descrever	17	14	100	22
PE3 – Fazer estimativas/previsões	3	1	7	8
PE4 – Usar sensores	4	2	8	6
PE5 – Interpretar	18	5	36	39
PE8 – Organizar informação	6	2	6	5
PE10 – Relacionar	12	6	27	19

As práticas epistémicas que ocorreram com menor frequência foram: formular questões (PE2), controlar variáveis (PE6), formular hipóteses (PE7), e criar representações (PE9) – Tabela 23. De referir que destas PE, a PE7 – formular hipóteses, ocorreu em todos os EC.

Tabela 23 - Práticas epistêmicas menos frequentes nos quatro estudos de caso

Práticas epistêmicas	Total de ocorrências			
	EC1	EC2	EC3	EC4
PE2 – Formular questões	0	2	7	4
PE6 – Controlar variáveis	0	0	9	6
PE7 – Formular hipóteses	9	3	2	1
PE9 – Criar representações	0	0	6	1

Importa sublinhar que as diversas PE têm níveis diferentes de complexidade. Assim, a frequência de ocorrência de determinada PE pode estar relacionada com esse mesmo grau de complexidade. Por exemplo, as PE que ocorreram com menor frequência (PE2, PE6, PE7 e PE9) são aquelas que apresentam um maior grau de complexidade e que implicam mais tempo para serem desenvolvidas, exigindo nomeadamente, que os alunos possam ter tempo para pensar, debater ideias, repetir procedimentos... Já a prática epistêmica “descrever” (PE1), por exemplo, foi contabilizada um elevado número de vezes em todos os estudos de caso e em todas as narrações multimodais analisadas. Porém, a complexidade desta PE é menor quando comparada com a complexidade inerente às PE referidas anteriormente (PE2, PE6, PE7 e PE9).

Sabendo que os sentidos são a nossa interface com o ambiente, todas as atividades das crianças foram realizadas usando os mesmos. Neste contexto, assinalou-se que uma prática epistêmica era realizada com recurso aos sentidos, quando se encontrava uma referência explícita a um, ou mais sentidos, por exemplo, nas intervenções das crianças ou na mediação docente.

Como seria de prever, constata-se, por análise dos gráficos apresentados, que no conjunto das NM dos quatro estudos de caso o uso dos sentidos foi particularmente notório na descrição de conceitos e fenómenos (PE1) – visível no exemplo do EC1/NM1: “Com febre a temperatura do nosso corpo sobe, se entrarmos em hipotermia desce”; na realização de estimativas/previsões (PE3) – visível no exemplo do EC1/NM1: “Na sala estão 15°C, no armário 10°C e no frigorífico -7°C”; na interpretação de dados (PE5) – como se pode constatar no exemplo do EC4/NM6: “Acho que não reparámos

na mudança de sabor. Acho que é por isso que temos aqui o sensor. A diferença de meia grama e de uma grama não é muita.”; e no estabelecer de relações (PE10) – visível no exemplo do EC4/NM6: “A quantidade de sal dissolvido influencia muito no sabor, porque quanto maior a quantidade de sal dissolvida mais salgado fica”.

Os sensores foram usados em todos os estudos de caso (este foi aliás um critério de seleção dos episódios de que seriam realizadas NM), e contribuíram para o desenvolvimento de práticas epistémicas como descrever (PE1) – como é visível no exemplo do EC4/NM6: “Ó professora tinha ali (no sensor) uma onda do mar, portanto tem que ser água salgada, supostamente”; usar sensores (PE4) – como é visível no exemplo do EC3/NM4: “Os alunos foram saindo dos seus lugares dois a dois e dirigiram-se ao MOC para observarem”; interpretar (PE5) – como se verifica no exemplo do EC4/NM6: “Eu acho que pode ser água de diferentes sítios”; controlar variáveis (PE6) – como é visível no EC3/NM4: “Os alunos calcularam a nova ampliação total e registaram na carta de planificação”; organizar informação (PE8) – como se constata no EC2/NM3, quando os alunos registam na tabela da carta de planificação os valores de turvação fornecidos pelo sensor de turvação; criar representações (PE9) – como se verifica no EC3/NM4, quando os alunos elaboram desenhos representativos das células da epiderme da túnica da cebola observados ao MOC e microscópio digital; e relacionar (PE10) – como é visível no exemplo do EC2/NM3: “À medida que se iam obtendo os resultados os alunos automaticamente iam confrontando os valores com as previsões que tinham feito”. A ocorrência destas práticas epistémicas é visível pela observação dos gráficos 1 a 6.

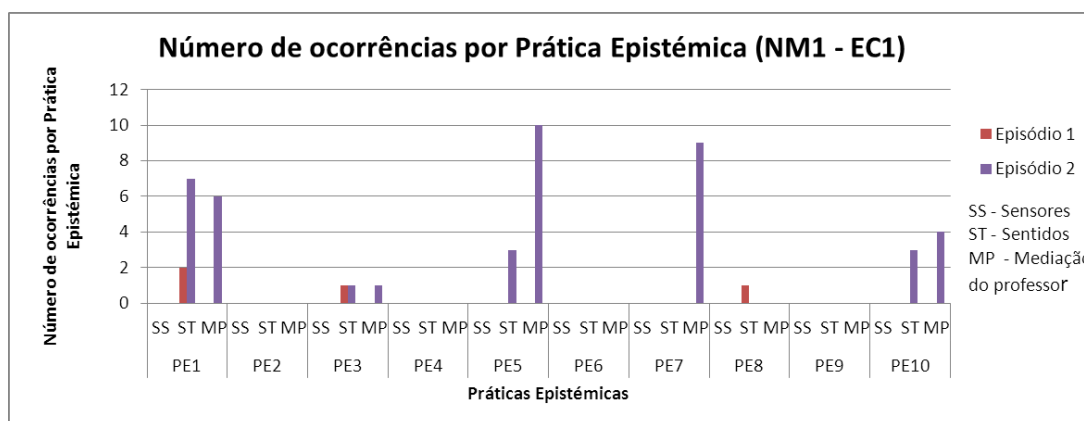
No que se refere ao controlo de variáveis (PE6), este ocorreu em todos os estudos de caso, nomeadamente aquando do uso dos sensores. A definição das situações formativas, e das tarefas autênticas nelas incluídas, integrou o controlo de variáveis. Por exemplo, no uso do sensor da turvação no EC2, existiu controlo de variáveis quando se mantinham todas as condições constantes, variando apenas a amostra usada e medindo a turvação da mesma. No entanto, apenas se assinalou a ocorrência da PE6 quando tal

controle ficava explícito para os alunos, como por exemplo, nas suas intervenções ou na mediação docente.

A mediação das professoras esteve presente em todos os tipos de práticas epistémicas que ocorreram nos quatro estudos de caso (ver Gráfico 1 a 6).

Analisaremos, de seguida, a ocorrência de PE, em cada estudo de caso. No EC1 “Germinação de sementes”, na “Análise sensorial dos parâmetros ambientais temperatura e luminosidade”, pela análise do gráfico 1, verifica-se a ocorrência das práticas epistémicas “Descrever” (PE1), “Fazer estimativas/previsões (PE3), “Interpretar” (PE5), “Formular hipóteses” (PE7), “Organizar informação” (PE8) e “Relacionar” (PE10). Destas PE, ocorreram com mais frequência a PE1 – “Descrever”, a PE5 – “Interpretar” e a PE7 – “Formular hipóteses”, contribuindo para isso o uso dos sentidos e a mediação da professora. As PE que não ocorreram foram a PE2 “Formular questões”, a PE4 “Usar sensores”, a PE6 “Controlar variáveis” e a PE9 “Criar representações”.

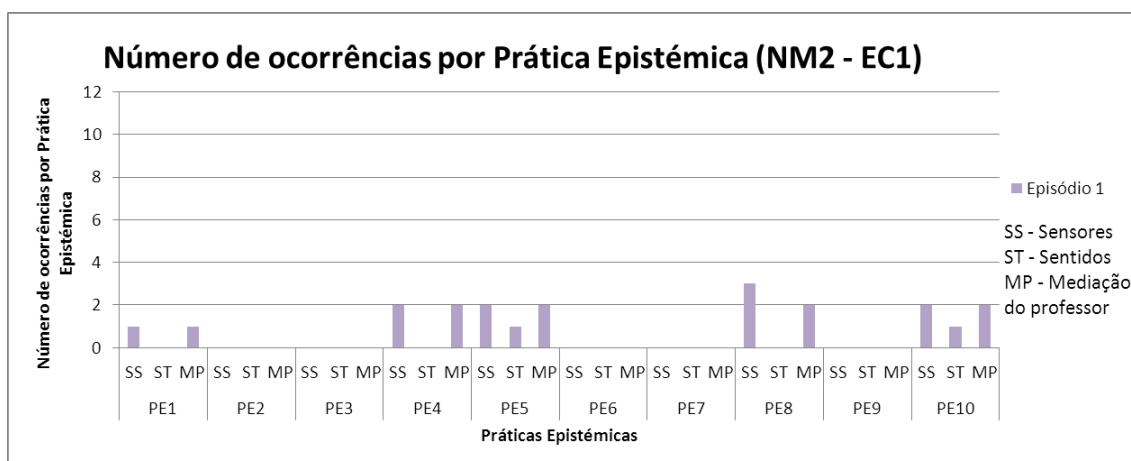
Gráfico 1 - Práticas epistémicas identificadas e contabilizadas na análise da NM1 - “Análise sensorial dos parâmetros ambientais temperatura e luminosidade”, com duração de 45 minutos, relativa ao EC1 “Germinação de sementes”.



Ainda relativamente ao EC1 “Germinação de sementes”, na “Análise com sensores dos parâmetros ambientais temperatura e luminosidade”, e pela análise do Gráfico 2, verifica-se que ocorreram as práticas epistémicas “Descrever” (PE1), “Usar sensores” (PE4), “Interpretar (PE5), “Organizar

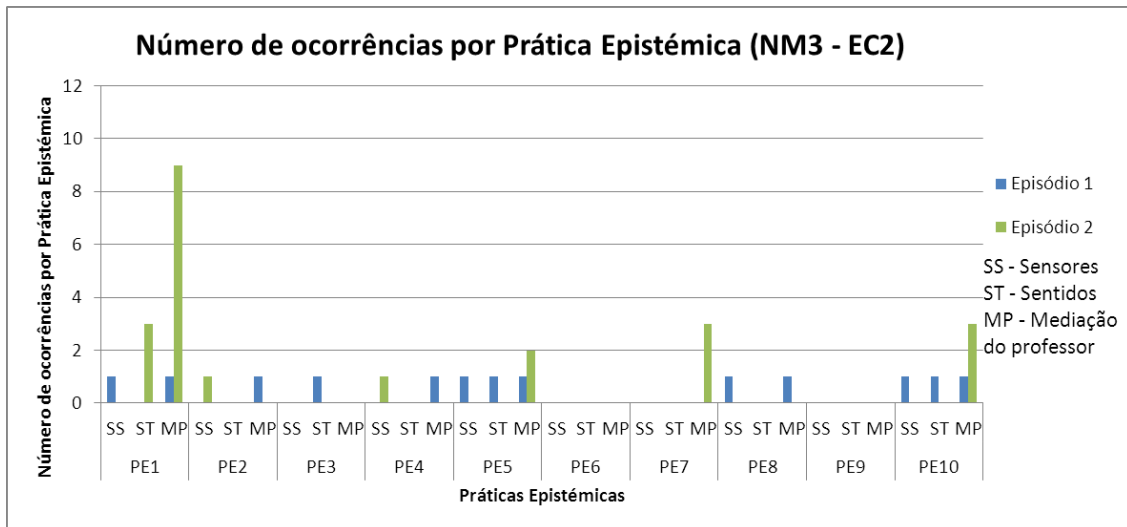
informação” (PE8) e “Relacionar” (PE10). Não ocorreram as práticas epistêmicas “Formular de questões” (PE2), “Fazer estimativas/previsões” (PE3), “Controlar de variáveis” (PE6), “Formular hipóteses” (PE7) e “Criar representações” (PE9). Realça-se que esta NM2 - “Análise com sensores dos parâmetros ambientais temperatura e luminosidade”, é relativa a uma aula de 60 minutos, que não foi alvo de gravação áudio, pelo que, a perda de alguns elementos sobre, o desenvolvimento da própria aula, a dinâmica aluno-aluno, ou aluno-professor, as evidências de algumas ações mediadoras da professora, possa contribuir para a falta de identificação de muitas PE.

Gráfico 2 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM2 - “Análise com sensores dos parâmetros ambientais temperatura e luminosidade”, com duração de 90 minutos, relativa ao EC1 “Germinação de sementes”.



No EC2 “Qualidade da água para consumo”, no “Uso do sensor de turvação na determinação da qualidade da água”, pela análise do Gráfico 3, verifica-se a ocorrência das práticas epistêmicas “Descrever” (PE1), “Formular questões” (PE2), “Fazer estimativas/previsões (PE3), “Usar sensores” (PE4), “Interpretar” (PE5), “Formular hipóteses” (PE7), “Organizar informação” (PE8) e “Relacionar” (PE10). Destas PE, ocorreram com mais frequência a PE1 – “Descrever”, a PE7 – “Formular hipóteses”, e a PE10 – “Relacionar”, contribuindo para isso o uso dos sentidos e a mediação da professora. As PE que não ocorreram foram a PE6 “Controlar variáveis” e a PE9 “Criar representações”.

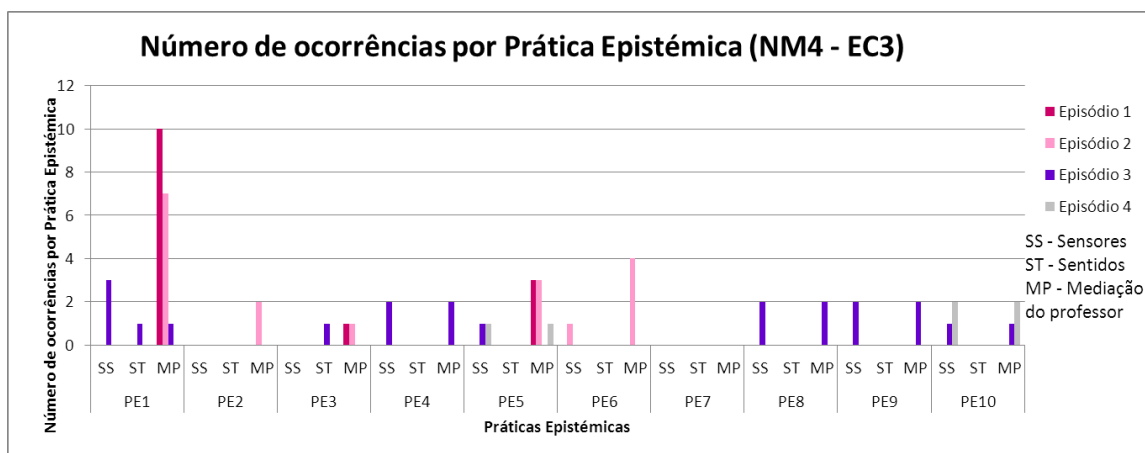
Gráfico 3 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM3 - “Uso do sensor de turvação na determinação da qualidade da água”, com duração de 45 minutos, relativa ao EC2 “Qualidade da água para consumo”.



Os estudos de caso 3 – “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade” e 4 – “Estudo de uma grandeza física – a salinidade da água”, destacam-se por serem aqueles onde se verificam mais PE e com maior número de ocorrências, como é visível pela análise dos gráficos 4, 5 e 6. Note-se que, o tempo das intervenções que constam das respectivas NM (NM 4, 5 e 6), é superior às dos outros EC, o que se traduz consequentemente numa contagem superior de PE.

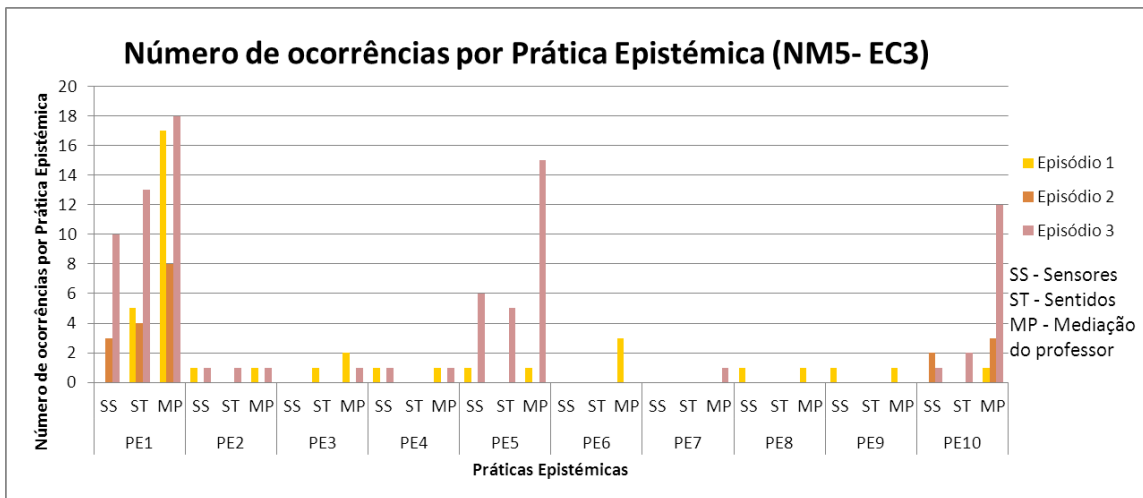
Relativamente ao EC3 “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”, na “Observação das células da epiderme do bolbo da cebola, ao MOC e microscópio digital”, pela análise do Gráfico 4, verifica-se a ocorrência das práticas epistêmicas “Descrever” (PE1), “Formular questões” (PE2), “Fazer estimativas/previsões (PE3), “Usar sensores” (PE4), “Interpretar” (PE5), “Controlar variáveis” (PE6), “Organizar informação” (PE8), “Criar representações” (PE9) e “Relacionar” (PE10). Destas PE, ocorreram com mais frequência a PE1 – “Descrever”, a PE5 – “Interpretar”, e a PE6 – “Controlar variáveis”, contribuindo para isso o uso dos sensores e a mediação da professora. A PE que não ocorreu foi a PE7 – “Formular hipóteses”.

Gráfico 4 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM4 - “Observação das células da epiderme do bulbo da cebola, ao MOC e microscópio digital”, com duração de 2 horas, relativa ao EC3 “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”.



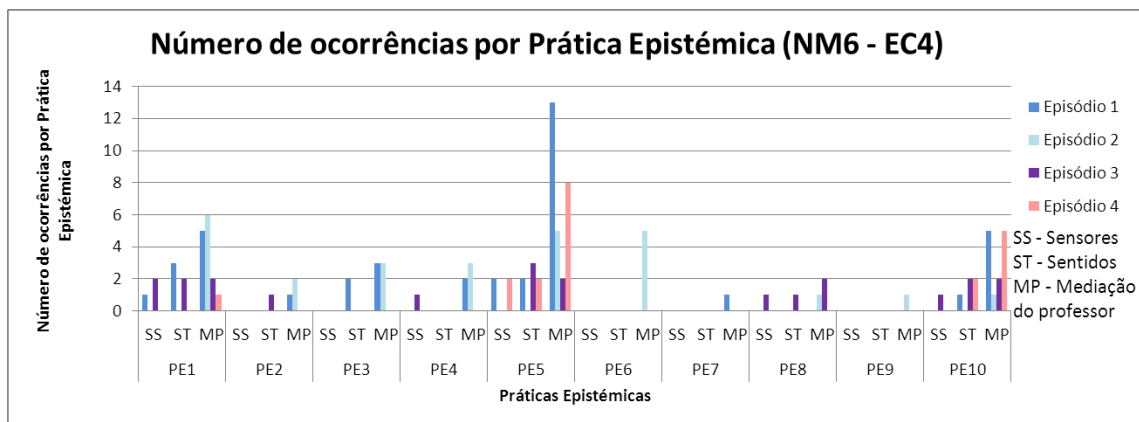
Ainda relativamente ao EC3 “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”, na “Observação das células do epitélio bucal, ao MOC e microscópio digital”, pela análise do Gráfico 5, verifica-se a ocorrência das práticas epistêmicas “Descrever” (PE1), “Formular questões” (PE2), “Fazer estimativas/previsões (PE3), “Usar sensores” (PE4), “Interpretar” (PE5), “Controlar variáveis” (PE6), “Organizar informação” (PE8), “Criar representações” (PE9) e “Relacionar” (PE10). Destas PE, ocorreram com mais frequência a PE1 – “Descrever”, a PE5 – “Interpretar”, e a PE10 – “Relacionar”, contribuindo para isso o uso dos sentidos, sensores e a mediação da professora. A PE que não ocorreu foi a PE7 – “Formular hipóteses”.

Gráfico 5 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM5 - “Observação das células do epitélio bucal, ao MOC e microscópio digital”, com duração de 5 horas, relativa ao EC3 “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”.



Relativamente ao EC4 “Estudo de uma grandeza física – a salinidade da água” na “Análise sensorial de diferentes soluções salgadas, e determinação do respetivo valor de condutividade”, pela análise do Gráfico 6, constata-se a ocorrência de todas as PE, sendo este o único caso em que tal se verifica. As PE que ocorreram com mais frequência foram a PE1 – “Descrever”, a PE5 – “Interpretar”, e a PE10 – “Relacionar”, contribuindo para isso o uso dos sentidos, sensores e a mediação da professora. A ocorrência de todas as PE pode ser explicada, por um lado, pelo facto de os alunos já terem desenvolvido trabalho experimental com recurso aos sentidos e aos sensores, na caracterização do ecossistema das poças de maré, no ano anterior, e com a mesma professora. O preenchimento de cartas de planificação também já tinha sido trabalhado no ano anterior. Por outro lado, as sessões decorreram em contexto não formal, no Clube de Ciências da Natureza”, em que os alunos participantes se inscreveram espontaneamente, demonstrando interesse e gosto pelas Ciências da Natureza, o que se terá traduzido no empenho com que desenvolveram as tarefas atribuídas, e conseqüentemente na ocorrência das dez práticas epistêmicas. Adicionalmente a NM6 corresponde a uma sessão de 60 minutos, o que também pode contribuir para a ocorrência das PE.

Gráfico 6 - Práticas epistêmicas identificadas e contabilizadas na análise da NM6 - “Análise sensorial de diferentes soluções salgadas, e determinação do respetivo valor de condutividade”, com duração de 90 minutos, relativa ao EC4 “Estudo de uma grandeza física.



As diferentes práticas epistêmicas ocorreram de diversas formas nos quatro estudos de caso, como foi possível identificar nas respetivas narrações multimodais (ver exemplos nas Tabelas 24 a 33). Os sentidos e os sensores motivaram a descrição de elementos e grandezas ambientais, como a temperatura e a luminosidade (EC1), a cor, o cheiro e a turvação (EC2), as células (EC3) e a salinidade (EC4), facilitando interpretações mais aprofundadas, como é exemplo o ocorrido no EC4, em que pela determinação do valor de condutividade (através do sensor), os alunos conseguiram relacionar a grandeza condutividade com a grandeza salinidade (já trabalhada sensorialmente), percebendo que a solução que apresentava maior concentração de sal, apresentava maior intensidade de sabor salgado e também apresentava maior valor de condutividade.

Os alunos usaram a informação adquirida pelos sentidos: para fazer estimativas, por exemplo sobre a temperatura no armário e no frigorífico; para fazer previsões, por exemplo, sobre as imagens que iriam obter ao utilizar os microscópios; e para formular hipóteses, por exemplo para explicar as manchas no vidro do relógio que continha água cuja turvação tinha valor zero. Por outro lado, a utilização dos sensores facilitou: o controlo de variáveis, por exemplo, ao tornar mais concreta a necessidade de manter a posição e o modo de agitação da água na medição da condutividade; a organização da informação e a criação de representações ao disponibilizar múltiplas formas de

apresentação de dados em tempo real. Com o uso dos sentidos e dos sensores as crianças estabeleceram relações em diferentes situações, por exemplo, ao fazerem a ponte entre os mundos micro e macro, para explicarem a constituição dos seres vivos.

Tabela 24 - Exemplos de ocorrência da PE1 – descrever, nos estudos de caso

Prática Epistémica	Exemplos
<p>PE1 - Descrever</p> <p>Os alunos usam informação adquirida para caracterizar verbalmente objetos ou fenómenos.</p>	<p>Esta PE é evidente, por exemplo, quando os alunos descrevem o que veem os seus olhos relativamente à intensidade de luz nos diferentes locais da sala de aula (EC1/Gráfico1); quando os alunos descrevem, com base nos sentidos, as características (cor, cheiro e turvação) das águas provenientes da chuva, poço, torneira e fonte (EC2/Gráfico 3); quando os alunos referem que as plantas são constituídas por células, após observação da epiderme da túnica da cebola, ao MOC e microscópio digital (EC3/Gráfico 4); quando os alunos descrevem o que mediria o sensor de condutividade: “Ó professora tinha ali uma onda do mar, portanto tem que ser água salgada, supostamente” (EC4/Gráfico 6).</p>

Tabela 25 - Exemplos de ocorrência da PE2 – formular questões, nos estudos de caso

Prática Epistémica	Exemplos
<p>PE2 - Formular questões</p> <p>Os alunos formulam questões ou problemas baseadas em conhecimentos, para compreenderem fenómenos ou conceitos.</p>	<p>A formulação de questões é evidente, no estudo de caso 2 (Gráfico 3), quando os alunos questionam sobre o modo de funcionamento do sensor e, no estudo de caso 3, quando preencheram as cartas de planificação, nomeadamente na formulação das questões-problema: “Como é que são constituídas as plantas?” e “Como é que são constituídos os animais?” (Gráficos 4 e 5). No estudo de caso 4 (Gráfico 6), as questões foram formuladas no âmbito da discussão sobre o que iria medir o sensor de condutividade: “É que se vamos encontrar sal, ele consegue medir tipo a quantidade se nós o metermos na água do mar?”.</p>

Tabela 26 - Exemplos de ocorrência da PE3 – fazer estimativas/previsões, nos estudos de caso

Prática Epistêmica	Exemplos
<p>PE3 – Fazer estimativas/previsões</p> <p>Os alunos fazem previsões sobre as variáveis em estudo no sentido de desenhar uma possível solução do problema.</p>	<p>No estudo de caso 1 (Gráfico 1), os alunos fizeram estimativas para os valores de temperatura para os diferentes locais da sala de aula.</p> <p>Nos outros estudos de caso, as previsões feitas pelos alunos estão bem presentes nas cartas de planificação, no preenchimento do campo “O que vai acontecer e porquê” (Gráficos 2 a 6). Particularizando, no estudo de caso 2, os alunos fazem previsões sobre quais as amostras de água que iriam apresentar turvação, justificando as suas opiniões.</p> <div data-bbox="555 703 1347 913" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>O que vai acontecer e porquê...</p> <p>Chuva - Não. Porque a chuva é limpa Poço - sim. Porque esta cheia de germes fonte - sim. Porque esta cheia de germes torneira - Não. Porque é água pura.</p> </div> <p>Exemplo de previsões efetuadas por um aluno relativas à presença de turvação nas diferentes amostras de água (EC2 – NM3)</p> <p>No estudo de caso 3, os alunos fazem previsões relativamente ao que vão observar nas preparações da epiderme da cebola e do epitélio bucal, quando utilizarem o MOC e o microscópio digital.</p> <div data-bbox="555 1205 1347 1352" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Previsão: (O que vai acontecer e porquê...)</p> <p>Eu acho que vou ver a epiderme da cebola maior. Porque o MOC (microscópio ótico composto) aumenta.</p> </div> <p>Exemplo de previsões efetuadas por um aluno relativamente ao que irão observar ao MOC (EC3 – NM4)</p> <p>No estudo de caso 4, os alunos fizeram previsões sobre o que irá acontecer ao valor de condutividade em soluções com diferentes quantidades de sal dissolvido, justificando essas previsões.</p> <div data-bbox="555 1621 1347 1765" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>O que vai acontecer e porquê...</p> <p>O valor da condutividade vai mudar consoante a quantidade de sal dissolvida.</p> </div> <p>Exemplo de previsões efetuadas por um aluno relativamente ao que irá acontecer ao valor de condutividade de diferentes soluções em função da salinidade que apresentam (EC4 – NM6)</p>

Tabela 27 - Exemplos de ocorrência da PE4 – usar sensores, nos estudos de caso



Prática Epistêmica	Exemplos
<p>PE4 - Usar sensores</p> <p>Os alunos planeiam o uso de sensores e manuseiam-nos corretamente.</p>	<p>A utilização de sensores esteve presente em todos os estudos de caso. No estudo de caso 1, os alunos manusearam autonomamente os sensores da temperatura e da luminosidade (Gráfico 2). No estudo de caso 2, os alunos manusearam o sensor da turvação (Gráfico 3). No estudo de caso 3, os alunos utilizaram sensores para a observação das células, o MOC (Figura 8) e o microscópio digital (Gráficos 4 e 5).</p> <p>Figura 8 - Aluno a observar células do epitélio bucal, ao MOC</p>  <p>No estudo de caso 4, os alunos planejaram o uso de sensores, conjecturando que provavelmente existiria um sensor que indicaria se uma determinada amostra seria mais ou menos salgada que outra. Após a apresentação do sensor da condutividade, e da explicação do conceito de condutividade pela professora, os alunos manusearam autonomamente o sensor (Figura 9), medindo o valor de condutividade nas diferentes amostras salgadas (Gráfico 6).</p> <p>Figura 9 - Manuseamento do sensor de condutividade por um aluno - EC4</p> 

Tabela 28 - Exemplos de ocorrência da PE5 – interpretar, nos estudos de caso

Prática Epistémica	Exemplos
<p>PE5 – Interpretar</p> <p>Os alunos explicam o significado de objetos ou fenómenos baseados nas suas descrições prévias.</p>	<p>Esta PE está presente em vários momentos da implementação das tarefas autênticas. Por exemplo, no estudo de caso 1 (Gráfico 2), uma aluna interpretou a utilidade e funcionamento do sensor da temperatura, estabelecendo pontes com objetos que já conhecia previamente: "É como um termómetro mas está sempre a medir a temperatura sem parar, e como está ligado ao computador nós sabemos logo a temperatura".</p> <p>No estudo de caso 2, um aluno interpreta que a sujidade do vidro de relógio verificada, após secagem da água da torneira que continha, se pode ter devido à entrada de ar, na própria estufa.</p> <p>No estudo de caso 3, os alunos interpretaram o funcionamento do MOC, dizendo que a sua utilização permite visualizar objetos de pequenas dimensões, porque possui um conjunto de lentes que vai aumentar a imagem (Gráfico 4).</p> <p>No estudo de caso 4, os alunos, observaram os símbolos do sensor de condutividade, interpretando que, se existe um símbolo que é uma onda, o sensor tem que medir "algo" na água salgada (Gráfico 6).</p>

Tabela 29 - Exemplos de ocorrência da PE6 – controlar variáveis, nos estudos de caso

Prática Epistémica	Exemplos						
<p>PE6 - Controlar variáveis</p> <p>Os alunos implementam os procedimentos definidos para manter o controlo de variáveis, mudar variáveis independentes e monitorizar variáveis dependentes.</p>	<p>No estudo de caso 3, os alunos utilizam diferentes ampliações no MOC e microscópio digital, na observação das células da epiderme da cebola e do epitélio bucal (Gráficos 4 e 5).</p> <p>No estudo de caso 4 (Gráfico 6), os alunos definiram as variáveis a manter na atividade experimental em que recorriam ao sensor da condutividade, e qual a variável que iriam mudar (a concentração das diferentes amostras salinas a analisar):</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>O que vamos manter...</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Tipo de recipiente</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Volume de água</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Tipo de água</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Temperatura da água</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Tempo e modo de agitação</td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">Tempo e modo de utilização do sensor</td> </tr> </table> </div> <p style="text-align: center;">Determinação das variáveis a manter (EC4 – NM6).</p>	Tipo de recipiente	Volume de água	Tipo de água	Temperatura da água	Tempo e modo de agitação	Tempo e modo de utilização do sensor
Tipo de recipiente	Volume de água	Tipo de água					
Temperatura da água	Tempo e modo de agitação	Tempo e modo de utilização do sensor					

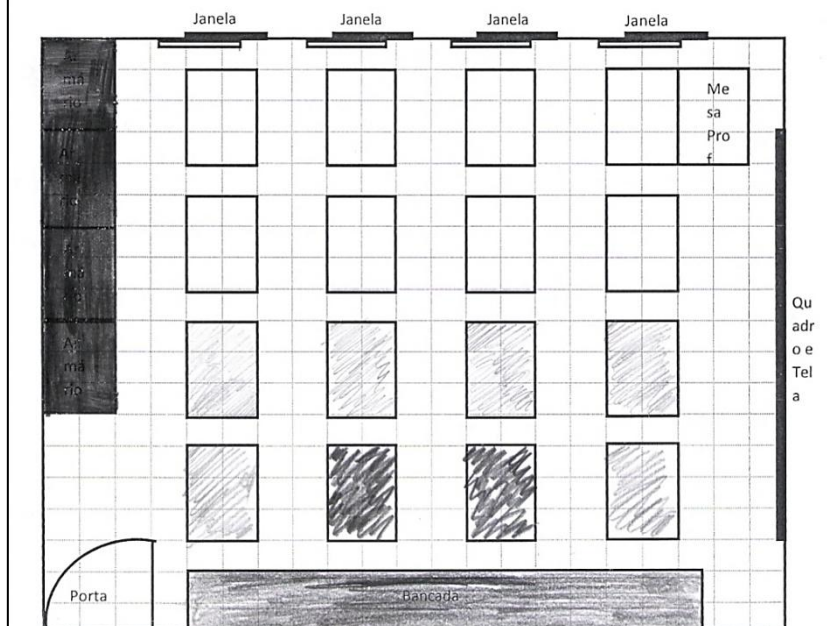
Tabela 30 - Exemplos de ocorrência da PE7 – formular hipóteses, nos estudos de caso

Prática Epistémica	Exemplos
<p>PE7 - Formular hipóteses</p> <p>Os alunos formulam hipóteses para explicar determinado fenómeno</p>	<p>No estudo de caso 1, os alunos formularam várias hipóteses explicativas relacionadas com a intensidade luminosa e a temperatura existente nos diferentes locais da sala de aula (Gráfico 1). Por exemplo, um aluno defende que “ Penso que no armário, como há mais correntes de ar, o armário se torna mais fresco ”.</p> <p>No estudo de caso 2 (Gráfico 3), os alunos formularam várias hipóteses explicativas para o facto do vidro de relógio ter ficado com marcas, após ter sido colocado na estufa para evaporação da água da torneira. Uma vez que o valor de turvação para a água da torneira era zero, os alunos foram questionados sobre a origem dessas marcas. Alguns alunos referiram que as marcas se deviam a partículas existentes no próprio vidro, outros que o ar teria pó e que esse ar teria entrado para a estufa e se depositado no vidro de relógio.</p> <p>No estudo de caso 4 (Gráfico 6), a formulação de hipóteses está presente quando um aluno refere que o sensor a utilizar deverá medir a influência do sal na água.</p>

Tabela 31 - Exemplos de ocorrência da PE8 – organizar informação, nos estudos de caso

Prática Epistémica	Exemplos
<p>PE8 - Organizar informação</p> <p>Os alunos registam, classificam ou estruturam os dados</p>	<p>O desenvolvimento das tarefas autênticas implicou que os alunos fizessem registos dos dados obtidos quer pelos sentidos, quer pelos sensores. Exemplificando, no estudo de caso 1 (Gráfico 1), os alunos registaram, utilizando uma escala de cinzas, e tendo em conta a informação recolhida pelos sentidos, os locais da sala de aula que apresentavam maior ou menor luminosidade. Posteriormente registaram os valores de luminosidade nos diferentes locais da sala de aula, obtidos pelo sensor de luminosidade.</p>

b) Utiliza uma escala de cinzas para registares na planta da sala os espaços que consideras terem mais luz (a branco) e menos luz (cinzas a preto).



Registo da maior ou menor luminosidade em diferentes locais da sala de aula, recorrendo a uma escala de cor (EC1 – NM1).

b) Regista os locais onde se registou o valor máximo e mínimo de luminosidade e identifica-os na planta.

Valor máximo: 260 lux – Local: fora da janela

Valor mínimo: 0 lux – Local: dentro do armário

Registo dos valores máximo e mínimo registados pelo sensor de luminosidade e identificação do respetivo local (EC1 – NM2).

No estudo de caso 2, a organização da informação adquirida pelo sensor está presente no registo efetuado pelos alunos dos valores de turvação obtidos pelo sensor de turvação.

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Amostra	Valor de turvação obtido (NTU)
Água da torneira	0,0 NTU
Água da fonte	0,7 NTU
Água do poço	0,3 NTU
Água da chuva	0,6 NTU

Registo dos valores de turvação obtidos pelo turbidímetro para as diferentes amostras de água (EC2 – NM3)

No estudo de caso 3 (Gráficos 4 e 5), os alunos registam, sob a forma de desenhos, as células da epiderme da cebola e do epitélio bucal, observadas com várias ampliações ao MOC e microscópio digital (Figura 10).

Prática Epistémica	Exemplos
---------------------------	-----------------

Figura 10 - Registo efetuado por um aluno relativo às células do epitélio bucal observadas ao MOC.



A organização dos dados sensoriais, no estudo de caso 4, foi realizada, por exemplo, através do preenchimento de uma tabela de classificação da intensidade de sabor salgado das diferentes soluções, utilizando para tal uma escala de intensidade de sabor salgado. Os dados obtidos pelo sensor foram também sistematizados em tabela.

EXPERIMENTAÇÃO
 Executar a planificação (controlando variáveis, observando, registando...).

*0 – NÃO SALGADO 1 – QUASE NADA SALGADO 2 – POUCO SALGADO 3 – SALGADO 4 – MUITO SALGADO 5 – SALGADÍSSIMO

<u>RECIPIENTES</u>	<u>VOLUME DE ÁGUA (ml)</u>	<u>MASSA DE SAL (g)</u>	<u>INTENSIDADE DO SAVOR SALGADO (0 a 5)*</u>
A	200 ml	1 g	2
B	200 ml	1,5 g	4
C	200 ml	2 g	4

Classificação das três soluções salinas relativamente à intensidade do sabor salgado (EC4 – NM6)

<u>RECIPIENTES</u>	<u>VOLUME DE ÁGUA (ml)</u>	<u>MASSA DE SAL (g)</u>	<u>CONDUTIVIDADE (μS/cm)</u>
A	200 ml	1 g	10059 μS/cm
B	200 ml	1,5 g	13672 μS/cm
C	200 ml	2 g	16602 μS/cm

Registo dos valores de condutividade obtidos nas três soluções salinas analisadas (EC4 – NM6)

Tabela 32 - Exemplos de ocorrência da PE9 – criar representações, nos estudos de caso





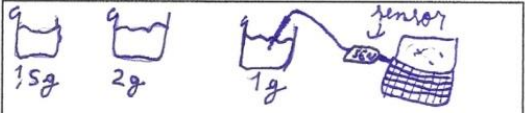








Prática Epistémica	Exemplos												
<p>PE9 - Criar representações</p> <p>Os alunos criam desenhos, esquemas ou representações simbólicas dos objetos ou fenómenos.</p>	<p>Esta prática epistémica está bem presente no estudo de caso 3 (Gráfico 4), em que os alunos desenharam as células vegetais e animais que observaram ao MOC e ao microscópio digital, utilizando diferentes ampliações.</p> <div data-bbox="568 600 1342 972" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>REGISTO:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">AMPLIAÇÃO:</th> <th style="width: 25%;">AMPLIAÇÃO:</th> <th style="width: 25%;">AMPLIAÇÃO:</th> <th style="width: 25%;">AMPLIAÇÃO:</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Objetiva - 4 X Ocular - 16 X $16 \times 4 = 64 \times$ MOC</td> <td>Objetiva - 10 X Ocular - 16 X $16 \times 10 = 160 \times$ MOC</td> <td>Objetiva - 40 X Ocular - 5 X $5 \times 40 = 200 \times$ MOC</td> <td>Objetiva - 40 X Ocular - 16 X $16 \times 40 = 640 \times$ MOC</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Desenhos elaborados por um aluno das células da epiderme da cebola observadas ao MOC e ao microscópio digital (EC3 – NM4).</p> <p>No estudo de caso 4 (Gráfico 6), os alunos representam o procedimento que iriam realizar sob a forma de desenhos.</p> <div data-bbox="676 1196 1235 1572" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>O que vamos fazer...</p>  <p>Fazemos a todos os goblets a mesma coisa</p> </div> <p>Representação do procedimento a realizar para a determinação do valor de condutividade das diferentes soluções salgadas (EC4 – NM6)</p> </div>	AMPLIAÇÃO:	AMPLIAÇÃO:	AMPLIAÇÃO:	AMPLIAÇÃO:	Objetiva - 4 X Ocular - 16 X $16 \times 4 = 64 \times$ MOC	Objetiva - 10 X Ocular - 16 X $16 \times 10 = 160 \times$ MOC	Objetiva - 40 X Ocular - 5 X $5 \times 40 = 200 \times$ MOC	Objetiva - 40 X Ocular - 16 X $16 \times 40 = 640 \times$ MOC				
AMPLIAÇÃO:	AMPLIAÇÃO:	AMPLIAÇÃO:	AMPLIAÇÃO:										
Objetiva - 4 X Ocular - 16 X $16 \times 4 = 64 \times$ MOC	Objetiva - 10 X Ocular - 16 X $16 \times 10 = 160 \times$ MOC	Objetiva - 40 X Ocular - 5 X $5 \times 40 = 200 \times$ MOC	Objetiva - 40 X Ocular - 16 X $16 \times 40 = 640 \times$ MOC										
													

Tabela 33 - Exemplos de ocorrência da PE10 – relacionar, nos estudos de caso

Práticas Epistémicas	Exemplos
<p>PE10 – Relacionar</p> <p>Os alunos estabelecem relações em diferentes situações (por exemplo, entre os dados (variáveis) e os conceitos, entre os conceitos e diversos contextos CTS).</p>	<p>Em todos os estudos de caso, os alunos estabeleceram várias relações, ao longo do desenvolvimento das tarefas propostas. No estudo de caso 1 (Gráfico 1), as relações estabelecidas estão evidentes no debate acerca das estimativas realizadas para a temperatura nos diferentes locais da sala de aula. Alguns alunos relacionavam os valores de temperatura estimados para os diferentes locais com o facto das janelas estarem abertas, ou fechadas, afirmando que: “ ... se tivermos a janela aberta, a sala vai arrefecendo, como o armário.”</p> <p>No estudo de caso 2 (gráfico 3), os alunos relacionaram a utilidade dos sensores presentes no dia-a-dia (torneira, abertura das portas nos centros comerciais...), com a possibilidade de medir a turvação da água recorrendo aos sensores.</p> <p>No estudo de caso 3 (gráfico 5), os alunos relacionaram o que observaram ao MOC e microscópio digital, com a constituição dos seres vivos, concluindo que: “Então os seres vivos são constituídos por células.”</p> <p>No estudo de caso 4 (gráfico 6), os alunos relacionaram a quantidade de sal presente nas diferentes soluções com os valores de condutividade obtidos.</p> <div data-bbox="584 1429 1428 1742" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Verificámos que...</p> <p>No recipiente A, a quantidade de sal era 1g, por isso, a condutividade foi menor do que as outras - 10059 μS, no recipiente B a quantidade de sal era 1,5 g, por isso, a condutividade foi maior do que a A - 13672, no recipiente C, a quantidade de sal era 2g, por isso, a condutividade foi maior que as outras - 16602</p> </div> <p>Relação efetuada por um aluno entre a quantidade de sal presente nas diferentes soluções e o valor de condutividade obtido (EC4 – NM6).</p>

4.1.3. A mediação do professor

Nos estudos de caso em análise, a natureza complexa dos problemas colocados, a estratégia de ensino adotada, em que o carácter autêntico das tarefas apresentadas foi privilegiado, constituindo novidade para algumas crianças (EC3), implicou a ação mediadora das professoras no processo de aprendizagem, nomeadamente no apoio ao desenvolvimento de práticas epistémicas pelos alunos. Na realidade, verifica-se que a ocorrência de muitas das práticas epistémicas desenvolvidas pelos alunos está associada à ação mediadora da professora. No Capítulo 2, foi já referido que há características da mediação do professor que são fundamentais para que se promova o desenvolvimento de PE pelos alunos, nomeadamente a apresentação clara e contextualizada das tarefas sob a forma de desafio, a introdução de mediadores epistémicos, o envolvimento produtivo dos alunos na realização das tarefas, a solicitação de representações esquemáticas, de descrição de imagens, de análise e apresentação de resultados sob a forma de ações e apresentações orais, a valorização das PE desenvolvidas pelos alunos, a síntese da informação, entre outras (Lopes et al., 2012). Tendo em conta estas características, oito tipos de mediação do professor foram definidos e descritos na Tabela 34, para a análise da ação mediadora do professor no desenvolvimento de PE pelos alunos.

Tabela 34 - Ações mediadoras do professor relativas ao desenvolvimento de PE, adaptado de Lopes et al. (2012)

Mediação do professor (MP)
MP1 – Contextualizar a situação problema
MP2 – Apresentar a tarefa sob a forma de desafio
MP3 – Formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos.
MP4 – Respeitar e incentivar a autonomia dos alunos
MP5 – Sintetizar informação
MP6 – Orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas
MP7 – Apresentar/disponibilizar recursos
MP8 – Realizar avaliação formativa

A análise da ação mediadora do professor no desenvolvimento de PE pelos alunos, nos quatro estudos de caso, que a seguir se apresenta terá como base as características das dimensões da mediação sistematizadas no ponto 3.1 “Contextualizar a aprendizagem”, 3.2 “Tornar as estratégias científicas visíveis” e 3.3 “ Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato” do instrumento de análise dos resultados, e os tipos de mediação do professor descritas na Tabela 18.

4.1.3.1. Contextualizar a aprendizagem

Nos ambientes de aprendizagem dos quatro estudos de caso foram utilizadas situações relativas ao dia-a-dia, no sentido de promover um maior envolvimento dos alunos na exploração e aprendizagem de novos conteúdos científicos. No EC1 – “Germinação de sementes”, a professora iniciou o estudo das condições necessárias à germinação das sementes, após a exploração da constituição das sementes com os alunos. Posteriormente questionou os alunos sobre as condições necessárias à germinação das sementes. Os alunos referiram que a água, a temperatura e a luz são fatores que influenciam a germinação das sementes. A professora lançou então as tarefas de análise sensorial e com os sensores dos diferentes locais da sala de aula que reuniam os melhores condições de luz e temperatura para a germinação das sementes.

No EC2 – “Qualidade de água para consumo”, a professora estabeleceu um diálogo com os alunos no sentido de perceber que águas, das que encontram no seu dia a dia (chuva, torneira, fonte, poço) considerariam próprias para consumo. Nesse sentido, mobilizou o conceito de água potável já trabalhado anteriormente, e forneceu uma ficha de trabalho em que explorou esse conceito. A partir da realização dessa ficha, apresentou as tarefas de análise sensorial e com sensor, para avaliar a potabilidade de quatro amostras de água de diferentes proveniências (água da chuva, água da torneira, água da fonte e água do poço).

No EC3 – “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade” a professora começou por questionar os alunos sobre os seres vivos que conheciam, que já tinham visto e contactado, que características apresentavam,

o que tinham em comum, e o que é que os diferenciava, e em que habitat viviam. De seguida, lança a questão - problema “Como são constituídos os seres vivos?”, e apresenta a tarefa de observarem ao MOC e microscópio digital, a epiderme da túnica da cebola, e o epitélio bucal, para poderem chegar a conclusões.

No EC4 – “Estudo de uma grandeza física – a salinidade”, a professora começou por recordar o estudo do ecossistema das Poças de Maré realizado no ano anterior com os alunos, indicando que iriam dar continuidade a esse estudo, abordando agora uma nova grandeza física, que era a salinidade. O uso de contextos próximos dos do mundo real esteve assim subjacente aos diversos ambientes de aprendizagem criados.

Na contextualização das tarefas a desenvolver, nomeadamente na contextualização da situação-problema (MP1), o papel mediador das professoras foi importante, no sentido de os alunos mobilizarem experiências próprias e conhecimentos prévios para a construção dos novos conceitos, sendo para isso fundamental os diálogos estabelecidos entre as professoras e as crianças (MP3). As tarefas foram atribuídas pelas professoras sob a forma de desafio, colocando os alunos no papel de investigadores que procuram soluções para o problema lançado (MP2).

No desenvolvimento das tarefas, as professoras formularam questões sobre aquilo que se pretendia alcançar, estimulando o diálogo e a partilha de ideias, incentivando os alunos a aprofundarem o seu raciocínio e a estabelecerem ligações entre o que estavam a investigar e as situações do dia-a-dia (MP3). Neste processo foi privilegiada a autonomia dos alunos, evitando antecipar as suas intervenções, embora nem todos os alunos tenham conseguido terminar as tarefas de forma autónoma (MP4).

No que se refere à contextualização da situação-problema (MP1, ver Tabela 35), em todos os estudos de caso, as professoras relacionaram o tema que ia ser trabalhado com processos e ambientes reais com que os alunos já tinham contactado, nomeadamente com a germinação das sementes (EC1), com a potabilidade da água (EC2), com os seres vivos (EC3) e com o ecossistema Poças de Maré (EC4). Adicionalmente, ainda no que se refere à

contextualização da situação-problema (MP1), foram mobilizados conceitos prévios.

No EC1, a professora estabeleceu um debate com os alunos no sentido de estes pensarem quais as condições necessárias para a germinação das sementes, mobilizando conceitos já estudados anteriormente, como o conceito de semente e de fatores de germinação. As condições referidas pelos alunos foram a luminosidade, a água e a temperatura.

No EC2 a professora começou pela mobilização do conceito de potabilidade da água. Inicialmente foi fornecida uma ficha de trabalho no sentido dos alunos reverem o conceito de água potável, que já tinha sido abordado anteriormente.

No EC3, a professora recordou o conceito de ser vivo e de habitat com os alunos. Nesse sentido formulou várias questões aos alunos, como por exemplo: Que seres vivos conhecem?; Que características possuem esses seres vivos?; Onde habitam?.

Por fim, no EC4, não foram mobilizados diretamente conceitos prévios, mas sim os conhecimentos que possuíam relativamente ao ecossistema das poças de maré, que tinha sido já trabalhado pela professora em conjunto com esses alunos, no ano anterior, no âmbito do trabalho de investigação “Ensino experimental da biodiversidade e da temperatura nas poças de maré: uma proposta pedagógica para o 4º ano de escolaridade”, do Curso de Mestrado em Ensino Experimental das Ciências (Gonçalves, 2012).

As situações-problema foram explicitadas sendo em alguns casos apresentadas pelas professoras e noutros casos formuladas pelos alunos. No EC1, a questão-problema “Explorando os sensores de luminosidade e temperatura – O que me dizem os sentidos?”, no EC2, as questões-problema “Será que todas as águas são próprias para consumo?” e “Relativamente à turvação, podemos considerar estas águas próprias para consumo?” e no EC4, as questões-problema “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no sabor da mesma?” e “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no valor da condutividade?”, foram apresentadas pelas professoras. No EC3, as questões-

problema “Como são constituídas as plantas?” e “Como são constituídos os animais?”, foram formuladas pelos alunos.

Para relacionar o fenômeno em estudo e a realidade que os alunos conhecem, foi fundamental a análise sensorial e o posterior uso de sensores. Concretizando, no EC1, os alunos partiram de uma análise sensorial da temperatura e luminosidade, condições referidas por estes como essenciais para a germinação, em diferentes locais da sala de aula. Fizeram as suas estimativas com base nas informações dadas pela visão e pelo tato/sentido da temperatura. Posteriormente, utilizando os sensores de temperatura e luminosidade, mediram esses dois parâmetros, nos mesmos locais que tinham sido analisados sensorialmente, comparando posteriormente os dados fornecidos pelos sensores com as informações dadas pelos sentidos. O objetivo era aprofundarem os conhecimentos sobre estes dois fatores, já que tinham sido referidos por estes como fatores que podiam influenciar a germinação das sementes, o que seria posteriormente analisado em trabalhos experimentais.

No EC2, mobilizado o conceito de água potável, a professora apresentou a situação problema “Será que todas as águas são próprias para consumo?”, dialogando com os alunos de que forma se poderia responder a essa questão. Os alunos realizaram as atividades experimentais n.º 1 e n.º 2 (apêndice F), em que, depois de analisaram sensorialmente quatro amostras de água recolhida, pelas professoras estagiárias e participantes neste EC, em diferentes locais (poço, fonte, torneira e chuva), procederam à filtração e evaporação das mesmas no sentido de perceberem se apresentavam partículas em suspensão ou não. A professora abordou de seguida o conceito de turvação, e colocou aos alunos nova tarefa sob a forma de desafio, apresentando a carta de planificação, em que estes teriam que responder à seguinte questão-problema: “Relativamente à turvação, podemos considerar estas águas próprias para consumo?”. Neste estudo de caso, pela análise sensorial os alunos constataram que todas as amostras eram transparentes, não apresentavam turvação, no entanto alguns alunos consideraram que as amostras de água da chuva e da fonte apresentavam uma certa tonalidade amarelada. Quando

utilizaram o sensor da turvação, verificaram que, algumas águas que sensorialmente pareciam não ter turvação, apresentavam de facto valores de turvação diferentes de zero (água da fonte, do poço e da chuva), embora esses valores fossem inferiores ao limite estabelecido por lei de 4 NTU para a turvação de águas para consumo. Importa realçar que, neste caso em concreto, pela análise de apenas um parâmetro (turvação), os alunos não poderiam afirmar se as amostras de água eram ou não potáveis, já que a análise da potabilidade implica a análise de diversos parâmetros, como é o caso da análise microbiológica das águas. Esse parâmetro foi também analisado posteriormente pelos alunos, como consta da situação formativa deste EC, embora os dados não tivessem sido selecionados para apresentação e análise neste capítulo.

No EC3, mobilizados os conceitos de ser vivo e habitat, a professora lançou a tarefa aos alunos sob a forma de desafio, apresentando a carta de planificação 1 (apêndice I) cujo tema da atividade era “Constituição dos seres vivos”. Os alunos, tendo em conta o tema da atividade e a contextualização feita anteriormente, iniciaram o desenvolvimento da tarefa, começando por formular a questão problema a investigar: “Como são constituídas as plantas?”. Sensorialmente, através da visão, não era possível observarem células, ou seja, entenderem que a epiderme da cebola era constituída por células. Apenas recorrendo ao MOC e microscópio digital, foi possível constatar a existência de células.

No EC4, a temperatura tinha sido um dos parâmetros físicos já estudado relativamente ao ecossistema das Poças de Maré, pelo que o novo desafio lançado aos alunos foi o estudo de um novo parâmetro físico desse mesmo ecossistema – a salinidade. Para uma primeira abordagem da salinidade os alunos provaram diferentes soluções salgadas e classificaram-nas segundo o grau de intensidade de sabor salgado. Posteriormente, recorrendo ao sensor da condutividade, conseguiram estabelecer a ligação entre salinidade e condutividade – quanto maior a concentração de sal maior é o valor de condutividade e comparar os valores relativos medidos com o sensor com os resultados da análise sensorial realizada.

Tabela 35 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP1 - Contextualizar a situação problema) na criação dos contextos de aprendizagem

Mediação do professor	Exemplos de evidência	Estudo de caso (EC)
MP1 – Contextualizar a situação problema	<p>“Na aula anterior a professora promoveu um debate de ideias com os alunos no sentido de estes referirem algumas condições necessárias à germinação das sementes. Os alunos tinham já estudado a constituição das flores e a formação das sementes e suas funções. Nesse sentido, o debate promovido pela professora foi com o intuito de continuar o estudo das plantas, direcionado agora para a germinação das sementes. Os alunos tiveram que pensar em condições que influenciassem a germinação das sementes, mobilizando conhecimentos anteriores sobre esse tema, acabando por referir exemplos como a luminosidade, a temperatura e a água”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 1, relativo à contextualização da questão-problema “Explorando os sensores de luminosidade e temperatura – O que me dizem os sentidos?”</p>	EC1
	<p>“Na primeira aula em que se abordou a temática da qualidade das águas para consumo, a professora começou por detetar as conceções dos alunos sobre o conceito de água potável, os locais de proveniência da água potável e questionou os alunos se, caso tivessem quatro amostras de água para beber (água da torneira, água da fonte, água do poço e água da chuva), qual destas considerariam próprias para consumo e porquê”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 3, relativo à contextualização da questão-problema “Será que todas as águas são próprias para consumo?”</p>	EC2
	<p>“Após entrada dos alunos na sala de aula e de estes se terem sentado nos seus lugares, a professora começou por recordar os conceitos abordados na aula anterior, nomeadamente o conceito de ser vivo, de biodiversidade e de ecossistema. Os alunos na generalidade recordaram-se dos conceitos e do seu significado. De seguida a professora perguntou aos alunos se estes se recordavam da pergunta que ela tinha deixado no ar no final da última aula. Aluno: Como eram constituídos os seres vivos? Professora: Muito bem, a colega lembrou-se. Como é que são constituídos os seres vivos”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 4, relativo à contextualização da questão-problema “Como são constituídos os seres vivos?”</p>	EC3
	<p>“A abordagem ao estudo do parâmetro físico salinidade foi relacionada com a exploração do ecossistema das Poças de Maré, que tinha sido já trabalhado pela professora em conjunto com estes alunos, no ano anterior, no âmbito do trabalho de investigação “Ensino experimental da biodiversidade e da temperatura nas poças de maré: uma proposta pedagógica para o 4º ano de escolaridade”, do Curso de Mestrado em Ensino Experimental das Ciências. Um dos parâmetros físicos já estudado relativamente a esse ecossistema foi a temperatura, pelo que o novo desafio lançado aos alunos foi o estudo de um novo parâmetro físico desse mesmo ecossistema – a salinidade”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6, relativo à contextualização da questão-problema “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no valor da condutividade?”</p>	EC4

Em todos os estudos de caso, as tarefas foram apresentadas aos alunos na forma de desafio (MP2, ver Tabela 36). Nalguns estudos de caso, as próprias questões-problema foram os desafios que desencadearam as tarefas, como é visível no EC1, em que os alunos partindo da questão problema fornecida “Explorando os sensores de luminosidade e temperatura – O que me dizem os sentidos?”, analisaram sensorialmente e com os sensores os locais da sala de aula que apresentavam condições de temperatura e luminosidade mais adequadas à germinação de sementes. Noutros estudos de caso, os desafios também foram sub-problemas, sempre colocados na forma de questões, como aconteceu no EC3, em que os alunos procuraram perceber como eram constituídos a epiderme da cebola e o epitélio bucal, para posteriormente responderem à questão-problema lançada pela professora “Como são constituídos os seres vivos”. Também no EC4, os alunos procuraram responder a questões lançadas pela professora, sob a forma de desafio, nomeadamente, se haveria algum sensor que determinasse a influência da quantidade de sal dissolvido no sabor da água, e, apresentado o sensor com que iriam trabalhar, o que é que esse sensor mediria, tendo em conta a análise dos símbolos que apresentava. Só após esta exploração, é que a professora lançou a questão-problema central “Como podemos medir a salinidade de diferentes águas? Será o sensor de condutividade adequado?”.

Tabela 36 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP2, Apresentar a tarefa sob a forma de desafio) na criação dos contextos de aprendizagem

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de caso (EC)
MP 2 – Apresentar a tarefa sob a forma de desafio	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin-bottom: 10px;"> <p>(...) A professora começou por dialogar com os alunos sobre a importância dos órgãos dos sentidos para a perceção sensorial do mundo que nos rodeia. Posteriormente, forneceu a ficha de trabalho nº1 “Explorando os sensores de luminosidade e temperatura – o que me dizem os sentidos?”, no sentido dos alunos analisarem sensorialmente os locais da sala de aula onde a luminosidade era mais ou menos intensa, e onde a temperatura era mais ou menos elevada.</p> </div> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 1</p>	EC1

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de caso (EC)
	<p>“A professora estagiária recordou que iriam continuar o estudo da qualidade das diferentes amostras de água. (...) A professora forneceu a carta de planificação 1, relativa à atividade “Análise da turvação das diferentes amostras de água”, analisando-a conjuntamente com os alunos. Os alunos leram a questão-problema fornecida na carta “Relativamente à turvação, podemos considerar estas águas próprias para consumo?”, e a professora perguntou qual era o parâmetro da água que iam então analisar. Os alunos facilmente perceberam que era a turvação. A professora perguntou se se recordavam o que era a turvação. A maioria dos alunos ainda se lembrava do conceito de turvação mas alguns já se tinham esquecido pelo que foi necessário explicar mais uma vez o que era a turvação”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 3</p>	EC2
	<p>“Professora: Os seres vivos. Nós hoje queremos saber como são constituídos os seres vivos. Então, nós temos que ter sempre uma pergunta. Nós vamos fazer uma pergunta. E depois vamos ver o material que precisamos, como é que vamos seguir os passos todos, que é o procedimento, o que vamos fazer, e depois vamos ver se conseguimos tirar a conclusão para responder à nossa pergunta. Portanto, o objetivo é responder à nossa pergunta. E a nossa pergunta, normalmente, é chamada de questão-problema”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 4</p>	EC3
	<p>“Professora: Existirá alguma maneira de nós ... por um lado já provamos, mas por outro lado termos algum instrumento que nos diga assim: “realmente existe diferença entre esta amostra, aquela amostra ou outra amostra”.</p> <p>Aluno 1: Acho que não.</p> <p>Aluno 2: Há.</p> <p>Professora: Achas que há?</p> <p>Aluno 1: Sim.</p> <p>Aluno 2: Ó professora, ter um sensor para dizer a que sabia é diferente, porque se calhar aí não havia. Mas para dizer se é mais salgado ou menos...</p> <p>Professora: E será um sensor de quê?”</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6</p>	EC4

A formulação de questões pelas professoras, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos, ocorreu em todos os estudos de caso (MP3, ver Tabela 37). As questões colocadas pelas professoras situaram-se em contextos de aprendizagem diversos e tiveram diferentes objetivos. Em alguns momentos, as perguntas das professoras conduziram o raciocínio dos alunos criando analogias com situações do quotidiano das crianças, como a analogia das trocas de calor de uma casa através das janelas com as trocas de calor do armário, através da janela (ver Tabela 37, EC1). Noutros momentos, as perguntas das professoras deram sentido aos conceitos utilizados por levarem os alunos a mobilizar exemplos desses mesmos conceitos a partir do seu quotidiano, como foi o caso do conceito de sensor (ver Tabela 37, EC2). Ainda noutros momentos as questões formuladas pelas professoras tiveram o intuito de aprofundar o raciocínio dos alunos relativamente ao controlo de variáveis, isto é, a formulação de questões conduziu os alunos a pensarem nas variáveis que deviam ser controladas, e na forma mais eficaz de as controlar, nas diferentes situações experimentais (ver Tabela 37, EC3 e EC4).

Importa ainda realçar que as fichas de trabalho e as cartas de planificação foram usadas como mediadores epistémicos que incluíram um conjunto de questões que visou contextualizar a aprendizagem dos alunos, valorizando o seu pensamento. Note-se que a introdução e uso de mediadores epistémicos, fazem parte e potenciam a mediação do professor (Lopes et al., 2010). Nos quatro estudo de caso foram utilizados estes mediadores epistémicos, que permitiram uma exploração sequencial das situações problema em questão. As cartas de planificação, em concreto, foram detalhadamente analisadas pelas professoras com os seus alunos, já que constituíam ferramentas com um formato desconhecido para a maioria dos alunos, que implicavam a mobilização e desenvolvimento do pensamento científico (ver Tabela 37, EC3 e EC4).

Tabela 37 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP3 – Formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos) na criação dos contextos de aprendizagem

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de caso (EC)
MP 3 – Formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>“Aluno: Mas eu acho.... A maior parte dos meus colegas estão a dizer que dentro do armário influencia por as janelas estarem abertas, mas por exemplo, se nós estivermos em casa e estiver muito calor lá fora, dentro de casa está mais frio porque não tem nada a ver com as janelas estarem abertas. Se abirmos as janelas até entra mais calor. (...)</p> <p>Professora: Mas para a casa ficar fria durante o dia de calor no verão, o que é que a mãe faz? Deixa as janelas abertas ou fechadas?</p> <p>Alunos: Fechadas.</p> <p>Professora: E à noite o que é que a mãe faz?</p> <p>Aluna: Abre um bocado”.</p> </div> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 1</p>	EC1
	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>“A professora aproveitou e perguntou como iriam então medir a turvação. Referiu que, se iam medir, precisavam de utilizar algum instrumento. Questionou que instrumento será utilizado para medir a turvação da água, e começou por perguntar aos alunos se estes já tinham ouvido falar de sensores. Alguns alunos disseram que sim, e deram exemplos da utilização de sensores, como as portas dos centros comerciais que abrem quando se aproximam pessoas, os sensores dos automóveis que facilitam as manobras, os sensores das torneiras da casa de banho e dos secadores de mãos. Um dos alunos questionou quase de imediato se iriam então medir a turvação com um sensor”.</p> </div> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 3</p>	EC2

	<p>ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO</p> <p>O que vamos mudar...</p> <p>Ampliação.</p> <p>O que vamos observar...</p> <p>A constituição de um ser vivo (planta). O número de células</p> <p>O que vamos manter...</p> <p>Replantação</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 4</p>	EC3
	<p>O que vamos manter...</p> <p>Tipo de recipiente</p> <p>Volume de água</p> <p>Tipo de água</p> <p>Temperatura da água</p> <p>Tempo e modo de agitação</p> <p>Tempo e modo de utilização do sensor</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6</p>	EC4

Nos vários estudos de caso, as professoras respeitaram e incentivaram a autonomia dos alunos em diferentes contextos e tarefas e de diversos modos (MP4, ver Tabela 38). Por exemplo, evidenciando, valorizando e dando seguimento aos resultados dos raciocínios dos alunos, como aconteceu após um aluno ter relacionado a temperatura com o facto de a janela estar aberta ou fechada (ver Tabela 38, EC1).

Noutros momentos, as professoras promoveram a mobilização dos resultados das tarefas anteriormente realizadas pelos alunos, por exemplo para comparar resultados obtidos com os sensores com os resultados da análise sensorial. Tal é visível, por exemplo, no EC1, quando a professora discute com os alunos, os valores estimados, quer para a luminosidade quer para a temperatura, com base nos sentidos, nos diferentes locais da sala de aula, com

os valores obtidos pelo sensor, nesses mesmos locais, ou no EC2, quando a professora pede que os alunos recordem como caracterizaram as amostras de água relativamente à turvação, para que pudessem comparar as suas estimativas com os valores de turvação dados pelo sensor de turvação para cada uma das amostras de água.

As fichas de trabalho e as cartas de planificação foram usadas como mediadores epistémicos que visaram promover e apoiar a autonomia dos alunos. Neste âmbito, as ações de promoção da autonomia dos alunos, contextualizando as aprendizagens, incluíram: incentivo e ajuda à formulação das questões-problema pelos alunos (ver Tabela 38, EC3); diálogos que visaram a definição do material a utilizar pelos alunos e do modo de procedimento, como se verificou no estudo da salinidade com o sensor da condutividade (ver Tabela 38, EC4).

Tabela 38 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP4 – Respeitar e incentivar a autonomia dos alunos) na criação dos contextos de aprendizagem

Mediação do professor	Exemplos de evidência	Estudo de caso (EC)
MP 4 – Respeitar e incentivar a autonomia dos alunos	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>“Professora: (...) Há aqui ideias interessantes. Vê lá se foi isto que tu disseste: tu achas, não estás muito de acordo com os teus colegas, porque estás a imaginar-te dentro do armário, e que vais sentir mais calor lá dentro, certo? Mas o teu colega também disse uma coisa muito interessante... Vai depender de quê estas diferentes temperaturas?</p> <p>Aluno: Da escuridão e das diferentes temperaturas da sala e lá fora.</p> <p>Professora: E depois também disseste outra coisa....</p> <p>Aluno: Da escuridão lá dentro.</p> <p>Professora: E falaste de outra coisa.....</p> <p>Aluno: Sim, das janelas. Se as janelas estiverem abertas o armário pode descer a uma temperatura tal, e se as janelas estiverem fechadas pode subir ou pode manter-se”.</p> </div> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 1</p>	EC1

	<p>“Professora estagiária: O que é que tu fizeste em relação aos órgãos dos sentidos com a água da torneira? Estava turva ou não estava? Quando tu olhaste para a amostra, o que é que tu achaste? Com os teus olhinhos. Era turva a água da torneira? Vai lá ver”.</p>	EC2
Excerto da Narração Multimodal 3		
	<p>“Professora: (...) Portanto, vocês vão formular a questão-problema e vão escrever aí à frente. Vamos lá então, cada um pensa um bocadinho.</p> <p>A professora deu cerca de meio minuto para os alunos pensarem na formulação da questão. Depois perguntou:</p> <p>Professora: Como é a pergunta que nós vamos fazer?</p> <p>Aluno: Como é que são constituídos os seres vivos?</p> <p>Professora: Estão a ver como vocês sabem!”</p>	EC3
Excerto da Narração Multimodal 4		
	<p>“Professora: O que é que me dirá esse sensor? Por exemplo, nós queríamos saber a temperatura, não foi, no ano passado? Nós o ano passado usámos o sensor da temperatura. O termómetro primeiro, não é?</p> <p>Aluno: Sim.</p> <p>Professora: E depois acabamos por usar o sensor da temperatura. E agora, se eu quero saber se há influência entre a quantidade de sal dissolvido no sabor da água, será um sensor de quê, que eu preciso?</p> <p>Aluno: De água.</p> <p>Professora: É um sensor que vai medir o quê?</p> <p>Aluno: Água.</p> <p>Professora: Vai medir a quantidade de água?</p> <p>Aluno 1: Não.</p> <p>Aluno 2: É a temperatura.</p> <p>Professora: Vai medir o sabor?</p> <p>Aluno 1: Não é bem o sabor...</p> <p>Aluno 2: Vai medir a quantidade de sal.</p> <p>Aluno 3: A influência do sal na água”.</p>	EC4
Excerto da Narração Multimodal 6		

4.1.3.2. Tornar as estratégias científicas visíveis

Na presente investigação, as professoras criaram e apoiaram o uso de mediadores epistêmicos, como as cartas de planificação, fichas de trabalho, tabelas de observação e gráficos, para consciencializar os alunos da necessidade de separar as observações, das interpretações e estimativas (MP7). Nomeadamente, em todos os estudos de caso, foram utilizadas cartas de planificação como ferramentas para tornar as estratégias científicas visíveis e explícitas. Apenas as crianças do EC4 tinham já analisado e preenchido cartas de planificação. Nos restantes estudos de caso, a apresentação e explicação deste mediador epistémico (MP7) foi algo de novo (ver Tabela 43).

O papel mediador das professoras durante o preenchimento das cartas de planificação foi muito importante, em todos os estudos de caso. Inicialmente as professoras tiveram que explicar em que consistia uma carta de planificação, para que servia, e analisar cada um dos campos de preenchimento (MP6; MP7, ver Tabela 42 e 43). No estudo de caso 4, a professora teve apenas que relembrar a organização e a utilidade desta ferramenta. Terminada a apresentação das cartas de planificação, deu-se início ao desenvolvimento das situações experimentais. As professoras colaboradoras começaram por promover a discussão das questões-problema em estudo. Exemplos dessas questões-problema são: “Explorando os sensores da luminosidade e temperatura – o que me dizem os sentidos?” (EC1); “Será que todas as águas são próprias para consumo?” (EC2); “Como são constituídos os seres vivos?” (EC3); e “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no valor da condutividade?” (EC4). De referir que, nas cartas de planificação fornecidas aos alunos, já estavam formuladas as questões problema, com exceção do estudo de caso 3, em que foram os alunos a formular a questão e a preencher o campo relativo a esse item.

No desenvolvimento das situações experimentais, com apoio das cartas de planificação, as professoras respeitaram e promoveram, sempre que possível, a autonomia dos alunos (MP4, ver Tabela 40), apoiando-os e orientando-os no desenvolvimento das atividades experimentais e na manipulação de instrumentos tecnológicos, nomeadamente dos sensores

(MP6, ver Tabela 42). O EC2 foi o estudo de caso em que se verificou maior dificuldade em efetivar a autonomia dos alunos, nomeadamente no que se refere à elaboração dos registos escritos (esta questão será desenvolvida no Capítulo 5).

A mediação das professoras, no que se refere à visibilização das diversas estratégias científicas ligadas ao uso dos sensores, revelou-se muito necessária. A maioria dos alunos participantes, com exceção dos alunos do EC4, nunca tinha manuseado um sensor, pelo que foi necessário a orientação das professoras neste processo, explicando para que serviam os sensores e como se manuseavam (MP7, ver Tabela 43).

Podemos afirmar, por informações dadas pelas professoras participante dos EC1, EC2 e EC3, e pelas informações contidas nas NM2 e NM3, que os gráficos e tabelas produzidos pelos sensores e as informações resultantes do uso dos sentidos e sensores, foram analisados pelos alunos, com a mediação das professoras, permitindo separar observações de interpretações e estimativas. Frequentemente foi solicitado aos alunos o aprofundamento das suas ideias, respostas e resultados, quer oralmente, quer através das cartas de planificação e de fichas de trabalho (MP4; MP5; MP6). No que se refere à mediação docente dos diálogos, a formulação de questões e a valorização das respostas e forma de pensamento das crianças foi fundamental para explicitar a estratégia científica que estava a ser usada (MP3, ver Tabela 39).

Os alunos manifestaram alguma dificuldade em transcrever para o papel as suas ideias, e a insistência e reforço positivo das professoras, encorajando-os e ajudando-os a ultrapassar alguns medos de errar, foi imprescindível neste processo (MP4, ver Tabela 40).

A síntese da informação recolhida sensorialmente e/ou pelos sensores, realizada pelas professoras quer oralmente, quer por registos no quadro e solicitada aos alunos nas cartas de planificação e fichas de trabalho, apoiou a organização dos dados e das ideias partilhadas pelos alunos, explicitando estratégias como, por exemplo, a observação com e sem sensores, o registo das observações, a previsão dos resultados e a interpretação dos mesmos (MP4, ver Tabela 40; MP5, ver Tabela 41; MP6, ver Tabela 42; MP8, ver

Tabela 44). Este facto, e segundo afirmaram as professoras participantes, teve maior relevância para os alunos que se mostraram menos atentos às tarefas propostas e que revelaram por isso mais dificuldades no preenchimento das cartas e planificação.

À medida que se iam apresentando novas situações experimentais, foi visível uma maior confiança por parte dos alunos no seu desenvolvimento, que se traduziu também numa maior autonomia na execução das tarefas propostas, como podemos inferir pelos relatos feitos pelas professoras participantes.

As tarefas apresentadas e mediadas pelas professoras permitiram assim que os alunos desenvolvessem várias práticas epistémicas, que foram explicitadas, tornando visíveis as estratégias científicas, e valorizadas pelas professoras, como por exemplo descrever - PE1 (ver Tabelas 40, 41 e 44), formular questões – PE2 fazer estimativas/previsões – PE3 (ver Tabela 42), usar sensores – PE4 (ver Tabela 42), interpretar – PE5 (ver Tabelas 39, 41, 42, 43, 44), controlar variáveis – PE6 (ver Tabela 41), organizar informação – PE8 (ver Tabelas 40, 41, 42), relacionar – PE10 (ver Tabelas 39, 42, 44).

É importante referir que, no desenvolvimento das tarefas, ocorreu avaliação formativa (MP8, ver Tabela 44), de forma a permitir a monitorização da aprendizagem e o fornecimento de *feedback*, para que alunos e professoras reorientassem a sua ação. Essa avaliação foi feita através de questões formuladas pelas professoras em grande grupo, onde os alunos exprimiam e confrontavam diferentes opiniões, como é visível no EC4, quando os alunos compararam as estimativas feitas com base nos sentidos (a classificação das diferentes amostras salinas segundo a escala de intensidade de sabor salgado) com os valores dados pelo sensor de condutividade, explicando as escolhas efetuadas, e discutindo diferentes opiniões. A avaliação formativa foi também realizada durante o preenchimento das fichas de trabalho e das cartas de planificação, onde as professoras acompanharam os alunos nesse processo, apercebendo-se das principais dificuldades e auxiliando-os na superação dessas mesmas dificuldades, o que se traduziu no desenvolvimento diversas competências, como por exemplo, descrever, interpretar, registar e relacionar (ver Tabela 44).

De seguida serão apresentados exemplos das ações mediadoras das professoras dos quatro estudos de caso, que tornaram visíveis as estratégias científicas.

Na Tabela 39 podemos observar exemplos de visibilização das estratégias científicas de interpretar (EC1, EC2, EC3 e EC4) e relacionar (EC1, EC3 e EC4), através da formulação de questões pelas professoras, no sentido dos alunos interpretarem estimativas (EC1), interpretarem resultados (EC2, EC3, EC4) e relacionarem dados (EC1, EC3 e EC4).

Tabela 39 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP3 - Formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos) para visibilizar as estratégias científicas

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP3 – Formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos	<p>“Aluno: Sim, porque se tivermos a janela aberta a sala vai arrefecendo, tal como o armário.</p> <p>Aluno1: Mas mais calor lá dentro....</p> <p>Professora: Ok. Diz la, o que é que tu achas? Concordas então? Estavas a fazer um raciocínio interessante.”</p>	EC1
	<p>Excerto da Narração Multimodal 1, que torna visíveis as estratégias de interpretação e relacionamento</p>	
	<p>“Professora: O que é que pensam que poderá ter acontecido para aparecerem marcas no vidro do relógio? Quero possibilidades.... Não quero que digam respostas certas, quero que pensem....”</p>	EC2
	<p>Excerto da Narração Multimodal 3, que torna visível a estratégia de interpretação</p>	

	<p>“Professora: Olhem, comentários... pelo que vocês viram agora acham que já conseguem dizer-me o que será aquilo?</p> <p>Aluno 1: Não.</p> <p>Aluno 2: Eu consigo.</p> <p>Professora: O que é que achas que é? (...)</p> <p>Aluna: Nota-se mesmo uma diferença quando se vê ao microscópio!</p> <p>Professora: Não tem nada a ver com o que se vê à mão, não é?</p> <p>Aluno: Se virmos com ele na mão não dá para ver os tracinhos que ele tem desenhados</p> <p>Professora: Porquê?</p> <p>Aluno 1: Porque não aumenta.</p> <p>Professora: Pois, porque os nossos olhos não têm essa capacidade de ampliação”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 4, que torna visíveis as estratégias de interpretação e relacionamento</p>	EC3
	<p>“Professora: Vamos só olhar para a tabela de quando nós provámos. Olha, por exemplo, aqui a colega pôs, para o recipiente A, classificou pouco salgado, pôs o número 2.</p> <p>Aluno: Também eu. Professora, eu tinha colocado o 1, mas depois vi que se há uma diferença de meia grama, eu tinha colocado o 1, depois o 3 e o 4, ia ser assim uma diferença muito grande e eu pensei: bem, eu estava na dúvida entre o pouco salgado e o quase nada salgado, por isso, optei pelo pouco salgado porque são muito próximos!</p> <p>Professora: Exatamente. Então o B, a colega pôs o 4, muito salgado.</p> <p>Aluno: Professora, eu pus 2.</p> <p>Professora: E no C, a colega pôs o 4.</p> <p>Aluno: Eu pus 2,3,4.</p> <p>Professora: Então aqui, no “verificamos que”, cada um vai olhar para a sua tabela, e vai escrever aquilo que concluiu.</p> <p>Professora: Tens que olhar para a quantidade de sal que tinhas e o que é que tu sentiste no sabor. Por exemplo, a tua amostra A era a que tinha mais ou menos sal?</p> <p>Aluno: Era a que tinha menos sal.</p> <p>Professora: Então para a menor quantidade de sal tu achas que quê?</p> <p>Aluno: Tem menos sabor .</p> <p>Professora: Então é isso que tens de escrever. Isso foi o que tu verificaste”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6, que torna visíveis as estratégias de interpretação e relacionamento</p>	EC4

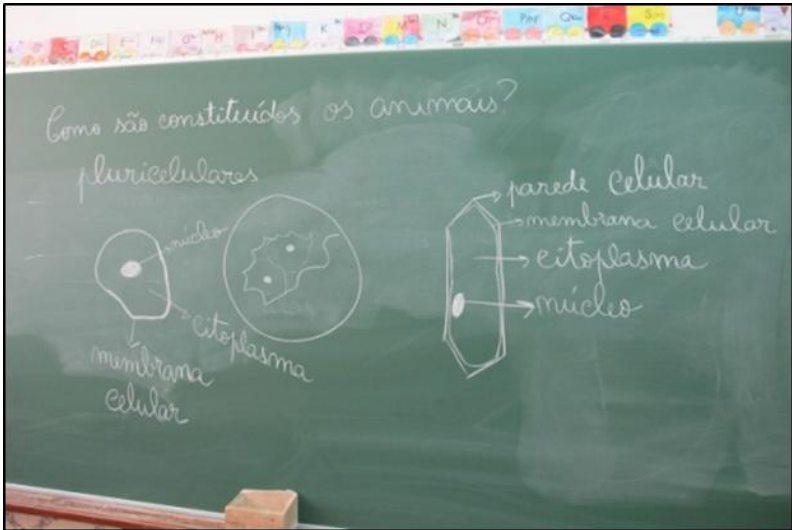
Na Tabela 40 podemos observar exemplos de visibilização das estratégias científicas de descrever (EC1, EC2, EC3 e EC4) e registrar (EC2, EC3 e EC4), através do respeito e incentivo à autonomia dos alunos pelas professoras, no sentido dos alunos partilharem ideias (EC1), preencherem individualmente as cartas de planificação (EC2 e EC3), e realizarem análises sensoriais (EC4).

Tabela 40 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP4 - Respeitar e incentivar a autonomia dos alunos) para visibilizar as estratégias científicas

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP 4 – Respeitar e incentivar a autonomia dos alunos	<p>“Professora: Isso é a tua opinião. A opinião dele é diferente”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 1, que torna visível a estratégia científica de descrever</p>	EC1
	<p>“É importante referir que ao longo do preenchimento da carta de planificação, os alunos revelaram dificuldades na escrita e na autonomia, tendo tendência para ver sempre o que o colega do lado escreveu. A professora interveio várias vezes para evitar esta situação, estimulando a autonomia dos alunos, e incentivando-os a serem o mais precisos possível nas suas respostas”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 3, que torna visíveis as estratégias científicas de descrever e registrar</p>	EC2
	<p>“A professora referiu ainda que o trabalho de preenchimento da carta de planificação era individual e não coletivo”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 4, que torna visíveis as estratégias científicas de descrever e registrar</p>	EC3
	<p>“Cada um dos alunos, com a orientação da professora, provou então as três amostras de solução salina preparadas, e registou o sabor de cada uma das amostras na tabela da carta de planificação 1”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6, que torna visíveis as estratégias científicas de descrever e registrar</p>	EC4

Na Tabela 41 podemos observar exemplos de visibilização das estratégias científicas de descrever (EC1), interpretar (EC1 e EC3), controlar variáveis (EC4) e registrar (EC2, EC3 e EC4), através da síntese de informação pelas professoras, quer oralmente (EC1 e EC4), quer por meio de esquemas e registos no quadro (EC2 e EC3).

Tabela 41 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP5 - Sintetizar informação) para visibilizar as estratégias científicas

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP 5 – Sintetizar informação	<p>“Professora: Muito bem, parece que todos os alunos estão mais ou menos de acordo e dizem que a luminosidade é superior perto das janelas”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 1, que torna visíveis as estratégias científicas de descrever e interpretar</p>	EC1
	<p>“A professora, para auxiliar os alunos, tinha escrito os valores de turvação obtidos pelos diferentes grupos no quadro para que todos os alunos pudessem preencher o campo dos resultados”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 3, que torna visível a estratégia científica de registrar</p>	EC2
	 <p>Excerto da Narração Multimodal 5, que torna visíveis as estratégias científicas de registrar e interpretar</p>	EC3

	<p>“Professora: Aquilo que nós vamos ter que controlar é o tempo e o modo de quê? De utilização de quê? Aluno: De utilização do sensor. Professora: Então vamos lá: o tempo e modo, ou forma, como utilizamos o sensor. “</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6, que torna visíveis as estratégias científicas de controlar variáveis e interpretar</p>	EC4
--	---	-----

Na Tabela 42 podemos observar exemplos de visibilização das estratégias científicas de registrar (EC1, EC3 e EC4), interpretar (EC1, EC3 e EC4), usar sensores (EC2), fazer estimativas/previsões (EC3) e relacionar (EC4), através da orientação e apoio dos alunos no desenvolvimento das tarefas, pelas professoras, chamando a atenção dos alunos para a importância dos registos (EC1, e EC3), e de manusearem corretamente os sensores (EC2), e explicando com rigor as tarefas que tinham a desempenhar (EC1, EC2, EC3, e EC4).

Tabela 42 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP6 - Orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas) para visibilizar as estratégias científicas

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP6 – Orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas	<p>“A professora aproveitou para chamar a atenção da importância de registarem o percurso efetuado com o sensor para depois melhor interpretem os gráficos”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 2, que torna visíveis as estratégias científicas de registrar e interpretar</p>	EC1
	<p>“A professora aproveitou este momento para alertar para os cuidados que se deveriam ter no manuseamento do sensor da turvação”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 3, que torna visível a estratégia científica de usar sensores</p>	EC2

	<p>“Professora: Previsão é eu prever um resultado qualquer. E que resultado é esse? É o que é que vai acontecer? E o que é que vai acontecer? É isso que devem registrar.... Podem fazer desenhos, podem escrever, mas é uma tarefa individual, ninguém diz nada a ninguém, é para ver o que vocês pensam”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 4, que torna visíveis as estratégias científicas de fazer estimativas/previsões, registrar e interpretar</p>	EC3
	<p>“A professora explicou que de seguida iriam provar cada uma das soluções preparadas anteriormente, e que mediante o que achassem teriam que preencher a terceira coluna da tabela da carta de planificação I, utilizando para tal a escala de intensidade de sabor salgado fornecida. Referiu também que, entre cada prova, teriam que comer um pouco de pão para que não houvesse influência do sabor da amostra provada para a amostra que iriam provar de seguida”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6, que torna visíveis as estratégias científicas de registrar, interpretar e relacionar</p>	EC4

Na Tabela 43 podemos observar exemplos de visibilização das estratégias científicas de usar sensores (EC1 e EC3), interpretar (EC2 e EC3) e manusear material de laboratório (EC4), através da apresentação/disponibilização de recurso pelas professoras, no sentido dos alunos perceberem a utilidade dos sensores e o seu funcionamento (EC1 e EC3), compreenderem as tarefas a desenvolver (EC2), e manusearem diferente material de laboratório na preparação de diferentes soluções salinas (EC4).

Tabela 43 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP7 - Apresentar/disponibilizar recursos) para visibilizar as estratégias científicas

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP7 – Apresentar/disponibilizar recursos	<p>“A professora aproveitou a intervenção dos alunos para apresentar os sensores da temperatura e luminosidade e explicar a sua funcionalidade e funcionamento”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 2, que torna visível a estratégia científica de usar sensores</p>	EC1
	<p>“A professora forneceu a carta de planificação 1, relativa à atividade “Análise da turvação das diferentes amostras de água”, analisando-a conjuntamente com os alunos”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 3, que torna visível a estratégia científica de interpretar</p>	EC2
	<p>“A professora explicou que iriam utilizar o microscópio digital. A imagem seria projetada para que todos os alunos pudessem ver, e depois poderiam ver também na lupa binocular”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 5, que torna visíveis as estratégias científicas de usar sensores e interpretar</p>	EC3
	<p>“De seguida, os alunos deslocaram-se para junto da bancada onde estava disposto material necessário para a preparação de três soluções salinas diferentes. Seguindo as orientações dadas pela professora, os alunos preparam três soluções diferentes, dissolvendo em cada gobelé 1g, 1,5g e 2g de sal, em 200mL de água destilada”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6, que torna visível a estratégia científica de manusear material de laboratório</p>	EC4

Na Tabela 44 podemos observar exemplos de visibilização das estratégias científicas de registrar (EC1), descrever (EC2 e EC3), interpretar (EC4) e relacionar (EC4), através da realização de avaliação formativa, no

sentido dos alunos mobilizarem conhecimentos (EC2 e EC3), e compreenderem as tarefas a desenvolver (EC1 e EC4).

Tabela 44 - Exemplos da ação mediadora das professoras (MP8 - Realizar avaliação formativa) para visibilizar as estratégias científicas

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP8 – Realizar avaliação formativa	<p>e) Regista os locais onde se registou o valor máximo e mínimo de temperatura.</p> <p>Valor máximo: 25 °C – Local: <u>janela</u></p> <p>Valor mínimo: -18 °C – Local: <u>congelador</u></p> <p>Excerto da Narração Multimodal 2, que torna visível a estratégia científica de registar</p>	EC1
	<p>“A professora perguntou se se recordavam do que era a turvação. A maioria dos alunos ainda se lembrava do conceito de turvação mas alguns já se tinham esquecido pelo que foi necessário explicar mais uma vez em que consistia a turvação da água”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 3, que torna visível a estratégia científica de descrever</p>	EC2
	<p>“Professora: Nós já verificámos como são constituídas as plantas, certo? E verificámos que as plantas são constituídas por...”</p> <p>Alunos: Células”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 5, que torna visível a estratégia científica de descrever</p>	EC3
	<p>“Os alunos manifestaram alguma dificuldade no preenchimento desse campo. A professora explicou que no campo do “Verificámos que” os alunos deveriam também dizer se as suas previsões estavam corretas ou não”.</p> <div data-bbox="421 1621 1203 1917" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Verificámos que...</p> <p>No recipiente A, a quantidade de sal era 1g, por isso, a condutividade foi menor do que as outras - 10059 µS, no recipiente B a quantidade de sal era 1,5 g, por isso, a condutividade foi maior do que a A - 13672, no recipiente C, a quantidade de sal era 2g, por isso, a condutividade foi maior que as outras - 16602</p> </div> <p>Excerto da Narração Multimodal 6, que torna visíveis as estratégias científicas de interpretar e relacionar</p>	EC4

4.1.3.3. Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato

Como tem vindo a ser descrito neste capítulo, nos quatro estudos de caso, a mediação docente apoiou as crianças no desenvolvimento das suas competências de observação, facilitando e apoiando a transição entre o uso espontâneo dos sentidos para um uso sistemático dos mesmos, para o uso de sensores cujos dados se revestem de considerável grau de abstração, e para uma comparação crítica dos dados adquiridos com os sentidos com os dados adquiridos com os sensores.

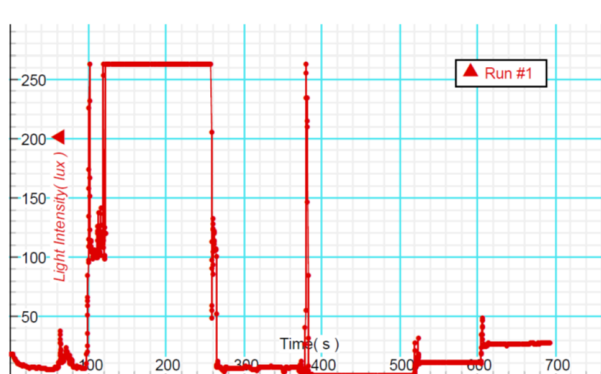
Nos quatro estudos de caso, as professoras apoiaram as crianças na interpretação de representações complexas dos conceitos e fenómenos em estudo (também estes complexos). Procurando estabelecer uma transição gradual de representações mais concretas para representações mais abstratas, o referido apoio usou, frequentemente, os dados adquiridos pelas crianças na observação sensorial da realidade, nomeadamente dados adquiridos ao longo dos estudos de caso, mas também os adquiridos pelas crianças nas suas vivências quotidianas prévias. Por exemplo, no EC4, quando os alunos realizaram a análise sensorial das amostras salinas, reportaram-se às vivências que já tinham tido relativamente ao uso dos sentidos, verbalizando que nem todas as pessoas sentem da mesma forma, e também alertando para o facto de que, dependendo do tipo de alimentação que cada um possui, a sensibilidade à intensidade de sabor salgado pode ser muito diferente.

De referir ainda que a avaliação formativa (MP8) realizada pelas professoras participantes, permitiu detetar as dificuldades dos alunos e suprir as necessidades sentidas na realização das diferentes tarefas, o que fez com que aqueles conseguissem concluir as tarefas apresentadas, mesmo as que implicavam maior capacidade de abstração (ver Tabela 48).

Na exploração das grandezas temperatura e luminosidade na sala de aula (EC1), a professora apoiou as crianças na interpretação dos gráficos produzidos automaticamente pelo sensor de temperatura e luminosidade. A exploração sensorial da temperatura e luminosidade em diferentes locais da

sala de aula e a justaposição das estimativas feitas pelas crianças com os valores de temperatura e luminosidade dados pelos sensores, tornou possível que estas compreendessem os gráficos produzidos por estes sensores, que são complexos e implicam capacidade de abstração (ver Figura 11).

Figura 11 - Exemplo de gráfico produzido pelo sensor de luminosidade, interpretado pelos alunos (EC1).



A justaposição das estimativas feitas pelas crianças com os valores de temperatura e luminosidade dados pelos sensores foi um processo que implicou a mediação da professora (ver Tabela 46). Após a caracterização dos diferentes locais da sala de aula relativamente à luminosidade e temperatura, com base nos órgãos dos sentidos, a professora formulou questões (MP3) no sentido dos alunos justificarem essas estimativas (ver Tabela 45). Os diálogos estabelecidos permitiram que os alunos aprofundassem o seu raciocínio relativamente às estimativas que fizeram (PE3), relacionando as mesmas (PE10) com vivências sensoriais anteriores para dar sentido a processos complexos, como é visível neste excerto retirado da NM1: “Penso que no armário, como há mais correntes de ar, o armário se torna mais fresco”.

Posteriormente, a professora disponibilizou os sensores de luminosidade e temperatura (MP7), e apoiou os alunos nas análises efetuadas com esses sensores (MP6). À medida que se iam obtendo os diferentes valores para a temperatura e para a luminosidade, os alunos iam registando os dados (PE8) na ficha de trabalho fornecida pela professora (MP7) (ver Tabela 47). Este registo sistemático permitiu que posteriormente pudessem analisar com maior

facilidade e autonomia os gráficos relativos à temperatura e luminosidade, interpretando (PE5) e identificando os locais da sala de aula que correspondiam a diferentes pontos nos gráficos. Esta análise que é complexa e implica abstração foi realizada com rigor pelos alunos. A ligação apoiada pela professora entre as análises sensoriais e com os sensores contribuiu para que isso fosse possível. De referir também que à medida que se obtinham os dados relativos à luminosidade e temperatura fornecidos pelos sensores, os alunos de imediato iam comparando os mesmos com as estimativas que tinham realizado, para avaliar a proximidade ou não entre essas estimativas e a realidade. Em todo este processo, os alunos desenvolveram diferentes PE, algumas das quais complexas como interpretar (PE5) e relacionar (PE10), que implicam capacidade de abstração pelas crianças.

No que se refere ao EC2, a análise quantitativa da turvação com recurso ao sensor da turvação é uma atividade com grau considerável de abstração. Para que tal fique claro, equacione-se se essa análise quantitativa se revestiria do mesmo significado para as crianças, se não tivesse sido precedida por uma análise sensorial. Partindo da referida análise sensorial das quatro amostras de água relativamente à cor, cheiro e turvação, os alunos caracterizaram essas mesmas amostras. Foram capazes de as descrever (PE1) e de fazerem representações (PE8), através de desenhos, do que observaram.

Na caracterização das águas relativamente à turvação, foi necessária a intervenção da professora, já que o conceito turvação era novo para os alunos. A professora teve que explicar (MP6) ainda que brevemente o conceito, sintetizando (MP5) que se traduzia visualmente por uma redução da transparência (ver Tabela 46). Desta forma, os alunos também conseguiram caracterizar as águas relativamente àquele parâmetro.

No sentido de explorar melhor e mais concretamente o conceito de turvação antes da utilização do sensor de turvação para a análise quantitativa deste parâmetro, os alunos realizaram duas atividades experimentais, a atividade experimental n.º1, de determinação do resíduo seco das amostras através da secagem, e a atividade experimental n.º2 em que procederam à filtração das águas (apêndice F). Na atividade experimental n.º1 não se verificou a existência de materiais retidos nos filtros, pelo que pela observação

dos filtros os alunos não identificavam a existência de partículas em suspensão em nenhuma das amostras de água. Por sua vez, na atividade n.º2, observaram-se manchas em todos os vidros de relógio, que foram difíceis de interpretar e explicar, já que se por um lado a existência de manchas nos vidros de relógio que continham as amostras de água da chuva e do poço ainda pudessem ser interpretadas como estando de acordo com as observações sensoriais realizadas pelos alunos, que consideraram que essas amostras de água tinham turvação, por outro lado, a obtenção dos mesmos resultados nos outros vidros de relógio, que continham água da torneira e da fonte, já levantavam dúvidas na sua interpretação (visualmente eram amostras sem turvação). Esta sequência de atividades realizadas entre a análise sensorial e a análise com o sensor de turvação permitiram que os alunos se fossem familiarizando e apropriando do conceito de turvação, para que os valores dados pelo sensor fizessem algum sentido para eles.

De seguida foi fornecida a carta de planificação 1 (apêndice G) (MP7), que os alunos analisaram e preencheram com o auxílio da professora neste processo (MP6), já que era uma ferramenta de trabalho nova para os alunos. A professora apresentou o sensor de turvação (MP7) e os alunos mediram quantitativamente a turvação de cada uma das amostras de água (ver Tabela 47). Os valores de turvação obtidos para cada uma das amostras de água foram registados (PE8) na carta de planificação e posteriormente analisados. Na comparação e interpretação da análise sensorial das amostras de água realizada pelos alunos com os resultados obtidos nas atividades experimentais n.º1 e n.º 2, bem como com os valores de turvação fornecidos pelo sensor, os alunos revelaram algumas dificuldades já que tinham quatro conjuntos de dados para comparar simultaneamente. A mediação da professora no sentido de ultrapassar estas dificuldades baseou-se muito na formulação de questões (MP3), para que os alunos partilhassem as suas ideias, não sendo suficiente para que conseguissem relacionar todos os dados (ver Tabela 45). Faltou a apresentação de tabelas que permitissem a comparação de dois conjuntos de dados de cada vez.

No entanto, apesar das limitações referidas, é visível neste EC que a apresentação e realização de atividades de forma sequencial, partindo da

observação das amostras de água (realidade concreta observável) para atividades de determinação do resíduo seco e filtração, e por fim para a atividade de quantificação da turvação (realidade mais abstrata), aliada a apresentação de diferentes recursos - ficha de trabalho, carta de planificação, material de laboratório, sensor - (MP7), criaram condições para o desenvolvimento de várias práticas epistêmicas pelos alunos, nomeadamente de PE mais complexas como interpretar (PE5), formular hipóteses (PE7) e relacionar (PE10), que implicam e promovem o desenvolvimento do pensamento abstrato. O apoio da professora neste processo, quer através da disponibilização de recursos (MP7), quer através da formulação de questões (MP3), síntese de informação (MP5) e apoio aos alunos no desenvolvimento das tarefas (MP6), revelou-se igualmente fundamental.

No EC3, as crianças partiram da observação concreta da realidade, recorrendo apenas à visão, e através da utilização do MOC e do microscópio digital, aumentaram progressivamente a ampliação, o que lhes permitiu visualizar as células do epitélio bucal e da epiderme da cebola – o mundo microscópico ao tornar-se visível passou a ser menos abstrato. A professora, no sentido de auxiliar os alunos nesta ligação entre o concreto e o abstrato, tirou fotografias às imagens fornecidas pelo MOC para que os alunos pudessem visualizar no computador (MP6), já que a observação pela ocular não era um procedimento fácil para alguns alunos (ver Tabela 46). Desta forma, foi assegurado o que os alunos de facto deveriam observar ao MOC.

Os recursos apresentados pela professora foram fundamentais para estabelecer pontes entre o concreto e o abstrato. Nas cartas de planificação (apêndices I e J) fornecidas (MP7) os alunos tinham que registar, sob a forma de desenhos, as células observadas ao MOC e microscópio digital, nas diferentes ampliações (ver Tabela 47). As cartas de planificação e o uso do MOC e microscópio digital constituíram desta forma ferramentas que apoiaram o desenvolvimento de competências de observação, de desenho de um objeto – células – (PE8), com diferentes ampliações (PE7), de interpretação do que foi observado (PE5) e de relação (PE10) entre o mundo macro, visível e por isso concreto, e o mundo microscópico (não visível e por isso mais abstrato). A mediação da professora foi fundamental nesta ligação entre o concreto e o

abstrato, quer através da disponibilização desses recursos (MP7), quer pela orientação prestada aos alunos no preenchimento das cartas de planificação e no manuseamento dos sensores (MP6), e ainda na formulação de questões (MP3) (ver Tabela 45), traduzindo-se no desenvolvimento de diferentes práticas epistémicas, como, descrever (PE1), formular questões (PE2), interpretar as observações (PE5), controlar variáveis (PE6), e relacionar (PE10) o que viam ao MOC e microscópio digital com as previsões que tinham feito (PE3). Algumas destas PE mais complexas (PE5, PE6, PE10) são indicadoras do desenvolvimento do pensamento abstrato nos alunos.

Neste estudo de caso (EC3) esteve presente uma outra situação em que foi explorado um conceito com grau considerável de abstração. Embora não exista NM das aulas em que se explorou esse conceito, é possível verificar-se pela análise da situação formativa 3, que foi realizada uma abordagem simples da genética no estudo do conceito de ser vivo e da biodiversidade, que se pretendeu ser o mais holístico possível. Pareceu-nos incompleta, uma abordagem didática a estes conceitos que não considerasse a dimensão genética que lhes está inerente. Embora se tenha consciência de que, crianças do 1.º CEB, não abordem, em Estudo do Meio, conceitos como ADN, fenótipo ou genótipo, pareceu-nos adequado a introdução destes conceitos, já que se estava a implementar situações formativas em contexto não formal, num Clube de Ciências da Natureza e as orientações a nível internacional (Harms, 2002; National Centre for Biotechnology Education, 2014) têm sido no sentido de se promover a abordagem da genética logo nos primeiros anos de escolaridade.

Outra razão para a abordagem destes conceitos foi o facto de a professora participante, no âmbito do seu trabalho de mestrado (Teixeira, 2012), já ter tido a experiência de abordar a genética com crianças do 2º ano de escolaridade, com resultados bastante positivos no que concerne à aprendizagem dos alunos. A professora participante abordou assim a genética com os alunos, começando por questioná-los com quem eram parecidos, e porque seria que os seres vivos de uma espécie são semelhantes entre si. Os alunos tinham já alguma noção de que havia características que eram transmitidas pelos pais aos filhos. A professora abordou então o conceito de ADN, explicando que se encontrava nas células e que era esse material

genético que era transmitido de geração em geração. Todo o trabalho desenvolvido em torno desta temática foi bem mediado pela professora, que apresentou diversos recursos (MP7) e apoiou o desenvolvimento de trabalho experimental de extração do ADN, para que, partindo da observação concreta dos filamentos de ADN, fosse possível uma maior aquisição e compreensão deste conceito mais abstrato.

No EC4, as crianças, apoiadas pela professora, conseguiram estabelecer a relação entre dois conceitos complexos: condutividade e salinidade. Partindo da análise sensorial de três soluções salinas, em que as classificaram de acordo com a intensidade de sabor salgado, mediram o valor de condutividade apresentado em cada uma dessas soluções, verificando que, quanto mais salgada a solução maior era o valor de condutividade obtido.

Neste estudo de caso, as crianças mostraram compreender a objetividade das medições com o sensor e a subjetividade da análise sensorial, características que se revestem de elevado grau de abstração. Na análise sensorial das amostras salinas a professora apoiou os alunos na realização da atividade, fornecendo a carta de planificação 1 (apêndice S), que continha a tabela de registo da análise sensorial das amostras salinas, incluindo a escala de intensidade de sabor salgado (MP7) (ver Tabela 47). A presença desta escala foi muito importante para que os alunos conseguissem classificar as amostras mais facilmente, contribuindo para minimizar a subjetividade inerente a uma análise sensorial deste género, já que, como os próprios alunos referiram “nem todas as pessoas sentem o sabor da mesma maneira”. Assim, tinham consciência de que a classificação das amostras podia variar de aluno para aluno dependendo da experiência pessoal de cada um relativamente ao consumo de alimentos mais ou menos salgados.

O uso do sensor de condutividade (PE4) para determinação da condutividade das amostras salinas foi mediado pela professora, que apoiou os alunos na determinação das variáveis que deveriam ser controladas (modo de utilização dos sensor e o tempo de utilização), explicou os cuidados a ter no seu manuseamento (MP7), e apoiou os alunos na interpretação dos valores de condutividade obtidos e na relação que esses valores tinham com a concentração de sal das amostras (MP6) (ver Tabela 46). Mais uma vez, a

presença de uma carta de planificação (carta de planificação 2 – apêndice T) foi muito importante porque permitiu o desenvolvimento das tarefas referidas anteriormente, que se traduziram no desenvolvimento de diferentes PE, incluindo PE mais complexas que implicam maior abstração como interpretar os valores de condutividade obtidos (PE5), controlar variáveis (PE6), e relacionar os valores de condutividade com a concentração de sal das amostras (PE10).

Importa também referir que neste estudo de caso foram visíveis as dificuldades que os alunos apresentaram em relacionar múltiplas variáveis em simultâneo (a intensidade do sabor salgado, a salinidade, e a condutividade), assim como usarem simultaneamente duas cartas de planificação (carta de planificação 1 e 2), para a comparação de dados. São estratégias complexas e que não facilitaram a passagem do concreto para o mais abstrato. A professora procurou contornar estas limitações sintetizando informação (MP5) e formulando questões (MP3) no sentido dos alunos recordarem as diferentes tarefas já realizadas e que era necessário ter em conta para o cruzamento de dados (ver Tabela 45).

Tabela 45 - Exemplos das ações mediadoras das professoras ocorridas nos diferentes estudos de caso, no âmbito da subdimensão de análise “Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato”

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP3 – Formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>“Professora: Também puseste como os teus colegas.... Achas que na sala e no armário há uma diferençazinha.... Porquê? Aluna: Porque o armário está mais perto da janela. Professora: Então consideras que perto da janela é mais frio que longe da janela? Aluna: Sim, mas também está mais calor aqui, ali costuma estar sempre mais fresco”.</p> </div> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 1</p>	EC1

	<p>“Professora: Então o que é que pode ter acontecido ao vidro de relógio?</p> <p>Aluno: O ar pode ter entrado para a estufa.</p> <p>Professora: Achas que foi o ar que entrou para a estufa? Onde é que estava o vidro de relógio?</p> <p>Aluno: Estavam aqui fora.</p> <p>Professora: O que é que pode ter acontecido?”</p>	EC2
Excerto da Narração Multimodal 3		
	<p>“Professora: Olhem, comentários... pelo que vocês viram agora [ao MOC] acham que já conseguem dizer-me o que será aquilo?</p> <p>Aluno 1: Não.</p> <p>Aluno 2: Eu consigo.</p> <p>Professora: O que é que achas que é?”</p>	EC3
Excerto da Narração Multimodal 4		
	<p>“Professora: Então o que é que a gente vai manter? Olha, por exemplo, no copo 1 coloco o sensor um minuto, no outro coloco três minutos...</p> <p>Aluno 1: Ao mesmo tempo.</p> <p>Aluno 2: O tempo tem de ser o mesmo.</p> <p>Professora: E colocamos da mesma forma ou, por exemplo,... um coloco no fundo do copo e no outro mais à superfície?</p> <p>Aluno: Colocamos no fim do copo e temos de arranjar uma posição que seja, que não mexa .</p> <p>Professora: Aquilo que nós vamos ter que controlar é o tempo e o modo de quê? De utilização de quê?</p> <p>Aluno: De utilização do sensor”.</p>	EC4
Excerto da Narração Multimodal 6		

Tabela 46 - Exemplos das ações mediadoras das professoras ocorridas nos diferentes estudos de caso, no âmbito da subdimensão de análise “Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato”

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP 6 – Orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas	<p>“a docente explicitou então, que os sensores faziam, de facto, uma medição constante que ficava registada num gráfico de linhas, onde era fácil perceber a variação da temperatura (ou da luminosidade) à medida que nos deslocamos com o sensor pelos diferentes espaços. A professora aproveitou para chamar a atenção da importância de registarem o percurso efetuado com o sensor para depois melhor interpretarem os gráficos”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 2</p>	EC1
	<p>“A professora disse que sim, e mostrou o sensor da turvação. Explicou que era um dispositivo que se ligava ao computador que por sua vez tem um programa, que lê o que o sensor mede, que neste caso seriam as partículas em suspensão na água”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 3</p>	EC2
	<p>“Uma vez que alguns alunos sentiram imensa dificuldade em ver através da ocular, ora porque não conseguiam fechar um olho, ora porque viam as suas pestanas, a professora adotou nova estratégia que consistiu em, após explicar o que era o campo de visão, tirar fotografias das imagens fornecidas pelo MOC, nas várias ampliações, através da ocular e passa-las imediatamente para o computador. Foi colocado o computador ao lado do microscópio com a fotografia do campo de visão, no intuito dos alunos antes de observarem através da ocular, visualizarem uma parte da imagem no computador, para perceberem o que teriam de desenhar no registo escrito”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 4</p>	EC3
	<p>“Professora: Depois de termos preenchido o “verificamos que” na tabela da intensidade de sabor salgado, vamos à outra folha e vamos preencher o que verificamos no valor da condutividade. Ou seja, para exatamente, as mesmas amostras de água, o que é que aconteceu ao valor da condutividade em cada uma delas. É isso que eu quero que escrevam aí. Por exemplo, a que tinha menos sal, tinha maior ou menor valor de condutividade?”</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6</p>	EC4

Tabela 47 - Exemplos das ações mediadoras das professoras ocorridas nos diferentes estudos de caso, no âmbito da subdimensão de análise “Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato”

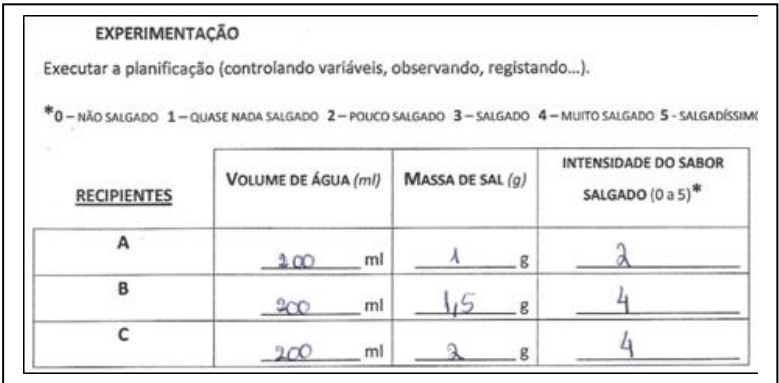
Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP7 – Apresentar/ disponibilizar recursos	<p>“Forneceu a ficha de trabalho nº1 “Explorando os sensores de luminosidade e temperatura – o que me dizem os sentidos?”, no sentido dos alunos analisarem sensorialmente os locais da sala de aula onde a luminosidade era mais ou menos intensa, e onde a temperatura era mais ou menos elevada”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 1</p>	EC1
	<p>“A professora aproveitou este momento para alertar para os cuidados que se deveriam ter no manuseamento do sensor, nomeadamente: pegar na cuvette pela tampa para não marcar o vidro com os dedos, agitar a cuvette antes de a introduzir no sensor, para que as partículas que se depositaram no fundo estivessem em suspensão, não encostar à mesa para que durante a medição haja a maior estabilidade possível, pois de outra forma os valores obtidos para a turvação iriam ser indevidamente alterados”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 3</p>	EC2
	<p>“Professora: Mal observam, chegam ao lugar e desenham na carta de planificação, tal e qual o que viram com o lápis de carvão. Depois podem pintar com o lápis azul”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 4</p>	EC3
	 <p>Excerto da Narração Multimodal 6</p>	EC4

Tabela 48 - Exemplos das ações mediadoras das professoras ocorridas nos diferentes estudos de caso, no âmbito da subdimensão de análise “Estabelecer ligações entre o concreto e o abstrato”

Mediação do professor (MP)	Exemplos de evidência	Estudo de Caso (EC)
MP8 – Realizar avaliação formativa	<p>“Após todos os alunos terem preenchido a ficha de trabalho, a professora analisou as respostas dadas, questionando qual o local da sala de aula em que havia maior e menor intensidade luminosa.</p> <p>Aluno: A intensidade da luz é mais forte perto das janelas e menos nos cantos opostos às janelas.</p> <p>Professora: Muito bem. E dentro do armário?</p> <p>Aluno: Dentro do armário é escuro”.</p> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 1</p>	EC1
	<p>“Uma vez que era notória a dificuldade sentida por parte dos alunos nesta tarefa [responderem às duas últimas questões da ficha de trabalho fornecida], a professora cooperante teve que intervir, e guiou a discussão dos resultados obtidos com o sensor, tentando que os alunos estabelecessem essas ligações”.</p> <p>Professora: Em todas as situações, vocês com o sensor só vão confirmar a vossa opinião, o que vocês observaram. Por exemplo, no caso da água da chuva ficou confirmado o que vocês observaram?</p> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 3</p>	EC2
	<p>“Professora: (...) Nós hoje queremos saber como é que são constituídos os... quê?</p> <p>Aluno 1: Os animais.</p> <p>Professora: Os animais?</p> <p>Aluno 1: Sim.</p> <p>Aluno 2: Os seres vivos”.</p> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 4</p>	EC3
	<p>“Professora: (...) Temos duas tabelas; uma delas “intensidade do sabor salgado”, vou ter que classificar se é ou não salgado, se é muito salgado, pouco salgado; mas a outra tabela fala em condutividade, ou seja, eu só posso tirar conclusões, quando eu depois confrontar uma tabela com a outra tabela, para saber se há alguma influência entre o sabor e a intensidade, não é verdade?”</p> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 6</p>	EC4

4.2. Discussão dos resultados

Apresentados os resultados na secção anterior, será realizada a discussão crítica dos mesmos, tendo em conta o problema, os objetivos e as questões de investigação que norteiam a presente investigação. Para as questões de investigação: “Que papéis pode desempenhar a utilização conjunta dos sentidos e dos sensores, nas atividades autênticas de caracterização do meio?”, “Que práticas epistémicas são desenvolvidas pelos alunos na realização de atividades autênticas e qual a mediação do professor nesse processo?” e “As atividades autênticas propiciam a significação de conceitos abstratos pelas crianças?”, será analisado em primeiro lugar, o que é comum e distinto nos vários estudos de caso, e posteriormente será explicitado o que é específico para cada caso, tendo em conta os dados apresentados e tratados anteriormente.

4.2.1. O uso dos sentidos e dos sensores pelas crianças nas atividades autênticas de caracterização do meio

Relativamente à utilização dos sentidos e dos sensores e da sua importância, no desenvolvimento das atividades autênticas de caracterização do meio, verifica-se que, nos quatro estudos de caso, os alunos foram capazes de usar os sentidos e os sensores para obter informações relativas a parâmetros ambientais. Os alunos procuraram resolver as questões-problema de cada estudo de caso, recorrendo ao uso dos sentidos e dos sensores na exploração e caracterização das grandezas ambientais, desenvolvendo um conjunto de competências, como por exemplo, competências de observação, descrição, análise, registo, controlo de variáveis, organização da informação, interpretação, e relação que se traduziram em práticas epistémicas (ver Gráficos 1 a 6), o que vai ao encontro do defendido por Silva, Lopes e Silva (2013).

Podemos afirmar que, partindo das tarefas autênticas apresentadas pelas professoras, os alunos realizaram atividades autênticas, já que estas atividades implicaram o raciocínio científico (Chinn & Malhotra, 2002), que se

repercutiu nas práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos e visaram a resolução de problemas reais tendo desta forma relevância para a vida dos alunos (Reeves et al., 2002; Herrington, 2006). Simultaneamente, o desenvolvimento da atividade principal implicou o desenvolvimento de outras atividades pelos alunos, onde foram utilizados variados recursos (fichas de trabalho, cartas de planificação, material de laboratório, sensores), estando definido um tempo para o desenvolvimento de cada atividade. Estas características são inerentes às atividades autênticas, tal como defendido por Reeves et al.(2002), Herrington, (2006) e Lombardi (2007).

A utilização dos sentidos, para uma primeira exploração de cada fenómeno natural em estudo, revelou-se bastante positiva, já que os alunos puderam analisar diferentes grandezas ambientais, numa abordagem situada no corpo e no quotidiano dos alunos e, por isso, concreta, confirmando-se o que outros estudos já tinham reportado (Silva, Lopes & Barbot, 2013; Silva, Lopes & Silva, 2013)

Importa salientar que, relativamente às análises sensoriais, se verificaram algumas diferenças nos quatro estudos de caso. Assim, os alunos que previamente, noutros contextos, tinham já realizado este tipo de análise em contextos de ensino experimental das ciências (EC4), demonstraram ser capazes de usar os seus sentidos com maior atenção e cuidado, contrariamente aos alunos para quem este tipo de análise era novidade (EC1, EC2 e EC3). Os alunos no EC4 fizeram uma análise crítica sobre a análise sensorial que realizaram, ou seja, mostraram estar mais atentos ao valor e limitações da análise sensorial no estudo do ambiente, o que evidência por sua vez um elevado nível de abstração. Para os alunos dos EC1, EC2, e EC3o uso dos sentidos como ferramentas de análise e obtenção de informações ambientais não era prática familiar. Ainda assim, embora com menor rigor na análise, todos os alunos conseguiram utilizar os seus sentidos na caracterização de grandezas ambientais, obtendo resultados consistentes.

Posteriormente, com o recurso aos sensores aprofundaram o processo de análise das grandezas ambientais em estudo, conseguindo estabelecer relação entre as informações sensoriais e as informações fornecida pelos sensores. A utilização de sensores foi uma estratégia importante e positiva,

presente em todos os estudos de caso. Os alunos envolveram-se no uso dos sensores, mostrando sentido de responsabilidade no seu manuseamento.

Como ficou evidenciado na apresentação dos resultados, o uso conjunto dos sentidos e dos sensores (como ferramentas de exploração do ambiente no ensino experimental das ciências) foi mediado pelas docentes – quer diretamente na interação com as crianças, quer através de mediadores epistêmicos, como as cartas de planificação e as fichas de trabalho e esteve associado ao desenvolvimento de práticas epistêmicas na pesquisa para resposta às questões-problema. Pelo exposto e tal como descrito em outros estudos (Silva, Lopes & Silva, 2013; Fenton, 2008), os sensores constituíram ferramentas motivadoras e potenciadoras das aprendizagens dos alunos em atividades autênticas.

A importância do uso conjunto dos sentidos e dos sensores no desenvolvimento das atividades autênticas, e as diferentes potencialidades e desafios apresentados pelos diversos sensores usados nos estudos de caso (Silva et al., 2013), serão evidenciados seguidamente.

No EC1 - “Germinação de sementes”, os alunos conseguiram caracterizar diferentes locais da sala de aula relativamente à temperatura e luminosidade. Para isso, os alunos tiveram oportunidade de se deslocarem pela sala, para que pudessem realizar uma análise sensorial relativamente aos valores de temperatura e luminosidade nos diferentes locais. De referir também que, a liberdade de se deslocarem pela sala de aula foi fundamental para a análise com os sensores, já que dessa forma os alunos procuraram as condições mais adequadas para os usar, como realçado por Silva, Lopes e Silva (2013), procurando soluções para os contratempos que surgiram durante a análise, nomeadamente, a opção de utilizarem uma extensão para que o computador estivesse sempre ligado à corrente, e dessa forma evitarem a perda de dados por falta de bateria (que falhou).

No estudo desenvolvido por Silva et al. (2013), foram avaliadas as potencialidades de diferentes sensores (incluindo o sensor de temperatura do ar) para serem utilizados por crianças em conjunto com os sentidos na exploração do ambiente. Relativamente ao sensor de temperatura do ar, esse

estudo revela que é um sensor que encerra em si várias potencialidades, já que permite explorar a temperatura em diferentes locais, é um sensor robusto, e de fácil manuseamento pelas crianças. No EC1, também se constatou que as crianças manusearam o sensor de temperatura com facilidade, medindo a temperatura do ar em diferentes locais da sala de aula. O estudo de Silva et al. (2013) conclui também que é um sensor que permite uma exploração de conceitos complexos como é a temperatura, promovendo o desenvolvimento de práticas epistêmicas pelas crianças como observar, criar representações e controlar variáveis, desenvolvendo assim o pensamento abstrato nas crianças (Silva et al., 2013). No EC1 o uso deste sensor de temperatura promoveu igualmente o desenvolvimento de várias PE, como se evidenciará de seguida. Um do desafio associado à utilização deste sensor reportado por Silva et al. (2013) prende-se com a necessidade de uma ligação USB a um computador com o *software* específico instalado, pelo que não se adequa a ficar autonomamente no local de análise. No EC1, para além da necessidade de ligação do sensor a um computador acresceu ainda a dificuldade do computador ter que estar ligado à corrente, já que a bateria não funcionava devidamente. Na globalidade podemos afirmar que as potencialidades e desafios descritos por Silva et al. (2013) relativamente a este sensor, estiveram também evidentes no EC1.

Na análise sensorial, verificou-se que, relativamente à temperatura, a maioria dos alunos estimaram valores para a temperatura dentro do armário mais baixas (cerca de 9º C) do que a temperatura na sala (cerca de 22º C). No entanto, verifica-se que, na realidade, essas temperaturas são muito próximas (aproximadamente de 22º C dentro do armário e 25º C na sala), pelo que se percebe que os sentidos não estão muito treinados para este tipo de análise. Após análise sensorial relativamente à temperatura e luminosidade, confrontaram as suas estimativas com os valores fornecidos pelos sensores, verificando se os dados resultantes da análise sensorial estavam próximos dos dados fornecidos pelos sensores.

Através desta dupla exploração, sensorial e com recurso aos sensores, da temperatura e da luminosidade, os alunos conseguiram responder à questão-problema: “Explorando os sensores de luminosidade e temperatura –

O que me dizem os sentidos?”. Através da realização das atividades de caracterização de diferentes locais da sala de aula relativamente à luminosidade e temperatura com base nos sentidos, apresentadas na ficha de trabalho (apêndice B), os alunos foram desenvolvendo diferentes PE, como descrever (PE1), fazer estimativas/previsões (PE3), interpretar (PE5), organizar informação (PE8) e relacionar (PE10) (ver Gráficos 1 e 2). Pela realização da atividade de caracterização da sala de aula relativamente à luz e temperatura (apêndice B), mas com recurso aos sensores de luminosidade e temperatura os alunos desenvolverem PE como descrever (PE1), usar sensores (PE4), interpretar (PE5), organizar informação (PE8) e relacionar (PE10) (ver Gráficos 1 e 2). As ações mediadoras implícitas nessas tarefas de usar sentidos e sensores como por exemplo, apresentar a ficha de trabalho, e o sensor de luminosidade e temperatura, apoiar os alunos na realização das tarefas e formular questões orientadoras, foram assim fundamentais para o desenvolvimento das PE referidas anteriormente. Através da análise de todos os dados e informações recolhidas e sistematizadas na ficha de trabalho e da ação mediadora da professora participante, os alunos conseguiram responder à questão-problema lançada. O uso de sentidos e sensores aliado à mediação da professora foi assim fundamental para o desenvolvimento de atividades autênticas.

No EC2 - “Qualidade da água para consumo”, os alunos realizaram inicialmente uma análise sensorial às quatro amostras de água fornecidas (água da torneira, água da chuva, água do poço e água da fonte), caracterizando-as relativamente à cor, cheiro e turvação. Nessa análise, e como referido na secção anterior, os alunos procuraram o melhor ângulo de visão, posicionando-se e manipulando os gobelés de forma a ter a melhor visualização das águas que continham. Essa manipulação exigiu um maior controlo por parte da professora participante, já que a tendência para tocar na água e até mesmo provar as amostras foi visível nalguns alunos. Neste estudo de caso foi notório que os alunos não estavam habituados a utilizar os sentidos para realizar análises sensoriais, e numa primeira abordagem a tendência foi para caracterizarem todas as águas da mesma forma. A intervenção da professora foi fundamental para que fossem atentos na análise.

Após a análise sensorial das amostras de água, os alunos analisaram a turvação dessas amostras de água recorrendo ao sensor de turvação. O manuseamento do sensor de turvação foi muito estimulante para os alunos, que nunca tinham trabalhado com sensores. Embora nem todos os alunos tenham tido a oportunidade de manusear o sensor (por questões de gestão do tempo, e por só existir um sensor de turvação), verificou-se que, os que manusearam, demonstraram responsabilidade e motivação na execução da atividade que estavam a realizar, tendo o cuidado de seguir todas as indicações dadas pela professora-estagiária e de fornecer os dados obtidos aos restantes colegas da turma. Os sensores, para além de serem instrumentos de medição de grandezas ambientais, potenciadores das aprendizagens dos alunos, podem também ser ferramentas fundamentais para incutir espírito de responsabilidade e cooperação nos alunos, como foi evidente neste EC.

No que concerne à comparação entre os dados sensoriais e os dados fornecidos pelo sensor, os alunos efetuaram essa comparação, embora não tenham sido capazes de interpretar os valores de turvação obtidos, com a descrição feita para as diferentes amostras de água, tendo como base apenas a visão. Os alunos não compreenderam que, valores de turvação de 0,1 NTU (água da fonte) ou 0,6 NTU (água da chuva) eram muito baixos para que se traduzissem em turvação visível. Assim, consideraram que as análises sensoriais iam ao encontro dos dados obtidos pelo sensor, já que para as amostras que consideraram haver alguma turvação (amostra de água da fonte e amostra de água da chuva), obtiveram-se valores mais elevados de turvação. Esta relação não traduz de facto a realidade, uma vez que os valores de 0,1 ou 0,6 NTU dados pelo sensor não se traduziam na turvação que afirmavam ter visto. Faltou uma orientação mais precisa por parte da professora estagiária, que não chamou a atenção dos alunos para esta questão. A turvação é uma grandeza complexa, raras vezes explorada quando se aborda o tema da qualidade da água no 2.º CEB, pelo que a professora estagiária, que ainda possui pouca experiência em termos de prática pedagógica, possa ter sentido pouca segurança em explorar esta grandeza com os alunos, embora a investigadora tenha tido o cuidado de aprofundar o conceito de turvação,

durante a preparação das situações formativas, com as professoras estagiárias.

De referir ainda que a utilização do próprio sensor de turvação também implicava requisitos específicos de manuseamento, nomeadamente, os frascos de vidro para análise das amostras de água não poderem apresentar sujidade (pó, impressões digitais...), o posicionamento do sensor de turvação que deve ser na horizontal e o mais estável possível, o que pode constituir limitações para ser manuseado por crianças de 10-12 anos de idade (Silva et al., 2013). No EC2, e como referido anteriormente, as crianças tiveram em atenção essas regras de manuseamento do sensor dadas pela professora estagiária, cumprindo-as, pelo que, o sensor não implicou nenhuma das limitações enunciadas. Verificou-se que as crianças utilizaram com facilidade este sensor, com o apoio da professora, obtendo os dados com rapidez. De referir ainda que, da mesma forma que no estudo de Silva et al. (2013), não foi valorizada a unidade de medida da turvação (NTU), no EC2, também não se aprofundou essa unidade de medida, alertando-se os alunos para a sua existência e de que deveria ser apresentada à frente dos valores de turvação obtidos. Importa ainda salientar que, uma potencialidade do uso deste sensor é que implica clarificar o conceito de turvação como medida indicadora de substâncias em suspensão e não de substâncias dissolvidas (Silva et al., 2013), o que se verificou neste estudo de caso. Por fim podemos referir que o uso deste sensor permite também o desenvolvimento de práticas epistémicas pelas crianças como observar, criar representações e controlar variáveis, desenvolvendo assim o pensamento abstrato nas crianças (Silva et al., 2013). No EC2, o uso deste sensor permitiu o desenvolvimento de outras práticas epistémicas para além da observação, como será explorado de seguida, não se verificando no entanto o desenvolvimento da PE criar representações e controlar variáveis.

O uso dos sentidos e dos sensores foi importante na resolução da questão-problema: “Relativamente à turvação, podemos considerar estas águas próprias para consumo?”, já que, através dos sentidos os alunos foram capazes de se familiarizarem com o parâmetro turvação, aprofundando as informações relativas a esta grandeza com o posterior uso do sensor de turvação. Através da realização das atividades de caracterização das diferentes

amostras de água relativamente à cor, cheiro e turvação com base nos sentidos, apresentadas na ficha de trabalho – parte II (apêndice F), os alunos foram desenvolvendo diferentes PE, como descrever (PE1), fazer estimativas/previsões (PE3), interpretar (PE5) e relacionar (PE10) (ver Gráfico 3). Pela realização da atividade experimental prevista na carta de planificação 1 – “Análise da turvação das diferentes amostras de água” (apêndice G), os alunos obtiveram os valores de turvação das diferentes águas através do uso do turbidímetro. O uso do sensor de turvação permitiu aos alunos desenvolverem PE como descrever (PE1), usar sensores (PE4), interpretar (PE5), organizar informação (PE8) e relacionar (PE10) (ver gráfico 3). As ações mediadoras implícitas nessas atividades de usar sentidos e sensores como por exemplo, apresentar a ficha de trabalho – parte II, a carta de planificação 1, e o sensor de turvação, apoiar os alunos na realização das tarefas e formular questões orientadoras, foram assim fundamentais para o desenvolvimento das PE referidas anteriormente. Através da análise de todos os dados e informações recolhidas e sistematizadas na ficha de trabalho – parte II (apêndice F) e carta de planificação 1 (apêndice G) e da ação mediadora das professoras participantes, os alunos conseguiram responder à questão-problema lançada. O uso de sentidos e sensores aliado à mediação das professoras foi assim fundamental para o desenvolvimento de atividades autênticas.

No EC3 - “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”, embora a análise sensorial tenha estado inúmeras vezes presente, esta não foi tão evidente para os alunos, por não ter sido explicitada enquanto uso efetivo dos sentidos. A visão, sentido utilizado neste estudo de caso para caracterização do epitélio bucal e da epiderme da cebola entre outras tarefas, foi fundamental para que os alunos percebessem a constituição dos seres vivos, e para que percebessem também a importância do sistema de ampliação do MOC e microscópio digital, para que se consiga visualizar objetos de reduzidas dimensões, impossíveis de se visualizarem macroscopicamente.

Os alunos puderam verificar que, quando fizeram a preparação com a epiderme da cebola ou com epitélio bucal, não conseguiam visualizar as células constituintes. Tal foi só possível após observação ao MOC e

microscópio digital. O microscópio digital fez com que observassem o resultado de várias ampliações, sem a dificuldade da observação através da ocular que foi sentida na observação ao MOC neste EC, sendo esta uma potencialidade da utilização do microscópio digital, já referida por Silva et al. (2013). Verificaram também que, quanto maior a ampliação utilizada, maior tamanho tinham as células observadas, visualizando-se mais pormenores e uma menor área. É importante referir que à medida que os alunos iam observando as células em diferentes ampliações, e efetuando os registos sob a forma de desenhos, melhoraram progressivamente o rigor desses registos, pelo que se constata que a capacidade de registarem e de focarem a sua atenção em aspetos relevantes dos objetos em análise, pode ser progressivamente melhorada, através da repetição e das orientações dadas pela professora, como também é referido em Silva, Lopes e Silva (2013).

A professora participante neste estudo de caso, já tinha recorrido ao uso do MOC e do microscópio digital para observação de células, com alunos do 2.º ano do 1.º CEB, no âmbito do seu projeto de mestrado, constatando-se que inicialmente os alunos desenhavam o que viam macroscopicamente, mesmo quando lhes era pedido para mostrarem o que viam ao MOC e microscópio digital (Teixeira, 2012; Silva, Lopes e Silva, 2013). Esse estudo mostrou também que as dificuldades iniciais em transpor a realidade observada ao MOC para registos sob a forma de desenhos podem ser ultrapassadas pelo treino e prática em observar e registar várias vezes. Neste estudo de caso, apesar de algumas dificuldades sentidas por alguns alunos em registar sob a forma de desenhos aquilo que observavam ao MOC, comuns às dificuldades descritas anteriormente, não se verificou que os alunos desenhavam o que viam macroscopicamente após a observação ao MOC e microscópio digital. Contribuiu para isso a experiência anterior da professora relativamente à exploração do conceito de célula com os alunos, que optou por recorrer ao uso da máquina fotográfica, para que a realidade microscópica, que estavam a observar, fosse menos abstrata, projetando para isso as imagens tiradas ao campo do MOC, no ecrã do computador. A passagem do mundo visível, e por isso concreto, para o mundo microscópico, invisível e por isso mais abstrato

sem recurso a ferramentas, é complexa e implica o estabelecer de ligações entre essas duas realidades.

Pelo que foi descrito, constata-se que o uso dos sentidos e dos sensores foi importante na resolução das questões-problema: “Como são constituídas as plantas?” e “Como são constituídos os animais?”. Os alunos formularam estas questões-problema após a discussão sobre as características dos seres vivos promovida pela professora. Pelo uso dos sentidos, nomeadamente a visão, os alunos constataram que não era possível visualizarem os constituintes do epitélio bucal, e da epiderme da cebola, macroscopicamente. No entanto, esta observação facilitou as previsões/estimativas realizadas pelos alunos no que se refere à ampliação visual dos objetos a observar. A visão foi ainda importante nas observações com recurso aos sensores – MOC e microscópio digital. Assim, através do uso dos sentidos os alunos desenvolveram PE como por exemplo, descrever (PE1), fazer estimativas/previsões (PE3), interpretar (PE5), criar representações (PE8) e relacionar (PE10) (ver gráficos 4 e 5). Pela realização da atividade experimental prevista na carta de planificação 1 (apêndice I) e carta de planificação 2 (apêndice J), os alunos observaram a epiderme da cebola e o epitélio bucal, ao MOC e microscópio digital, utilizando diferentes ampliações. O uso do MOC e microscópio digital permitiu aos alunos desenvolverem PE como descrever (PE1), formular questões (PE2), usar sensores (PE4), interpretar (PE5), organizar informação (PE8), criar representações e relacionar (PE10) (ver Gráficos 4 e 5). Silva et al. (2013) tinham já referido que o uso destes sensores permitia que as crianças desenvolvessem PE de observação e representação, como se constatou neste estudo de caso. As ações mediadoras implícitas nessas atividades de usar sentidos e sensores como apresentar a carta de planificação 1 e 2, e o MOC e microscópio digital, apoiar os alunos na realização das tarefas e formular questões orientadoras, foram assim fundamentais para o desenvolvimento das PE referidas anteriormente. Através da análise de todos os dados e informações recolhidas e sistematizadas nas cartas de planificação 1 e 2, e da ação mediadora da professora participante, os alunos conseguiram responder às questões-problema formuladas. O uso de sentidos e sensores aliado à

mediação da professora foi assim fundamental para o desenvolvimento de atividades autênticas.

No EC4 - “Estudo de uma grandeza física – a salinidade”, os alunos já tinham, e demonstraram ter, alguma experiência com a utilização quer dos sentidos quer dos sensores. Utilizaram o sentido do paladar para classificar um conjunto de soluções salinas, consoante o grau de intensidade de sabor salgado que apresentavam. Tinham percepção que essa análise poderia variar de pessoa para pessoa, nomeadamente porque dependia muito da experiência que cada um tinha relativamente à ingestão de alimentos mais ou menos salgados. Assim, quem estivesse habituado a ingerir alimentos temperados com mais sal, certamente iria notar menos o sabor salgado, do que outro colega que estivesse habituado a uma alimentação pobre em sal, o que se iria traduzir numa classificação diferente das soluções.

Posteriormente, utilizaram o sensor de condutividade para medir a condutividade dessas mesmas soluções salinas, e verificaram que a condutividade aumentava quando a salinidade aumentava.

Ao compararem a informação sensorial com os dados adquiridos com o sensor, mostraram ser capazes de realizar uma análise crítica (PE5 e PE10) à forma como tinham classificado e registado a informação sensorial (ver Tabela 21), o que também se pode atribuir a uma maior experiência quer no que se refere ao uso dos sentidos, quer no que se refere ao uso dos sensores em contextos de ensino experimental das ciências. Esta maior experiência também se revelou na forma como planearam e implementaram o uso do sensor (PE4), controlando um conjunto de variáveis (PE6) (ver Tabela 19).

Neste estudo de caso, a utilização de um sensor que media uma grandeza diferente da salinidade, mas relacionada com esta, permitiu que os alunos desenvolvessem ainda mais a capacidade de estabelecer relações (PE10) e interpretar dados (PE5) (gráfico 6). No entanto, a utilização de um sensor que não media diretamente a salinidade da água, mas que adquire valores de uma grandeza relacionada – a condutividade, implicou algumas dificuldades para os alunos, nomeadamente no que concerne à significação do próprio conceito de condutividade, que é complexo, e também relativamente às

comparações dos dados de três variáveis: salinidade, salinidade percebida e condutividade.

Em suma, podemos afirmar que, no EC4, o uso dos sentidos e dos sensores aliado à mediação da professora, que apresentou recursos como as cartas de planificação 1 e 2 (apêndices S e T), o sensor de condutividade, orientou os alunos na realização das tarefas, formulou questões, foram importantes para a resolução das questões-problema - “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no sabor da mesma?” e “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no valor da condutividade?”. Pelas práticas epistémicas desenvolvidas na pesquisa para a resposta a essas questões (ver Gráfico 6), podemos constatar que os alunos realizaram atividades autênticas.

4.2.2. O desenvolvimento de práticas epistémicas e a ação mediadora das professoras nesse processo

As tarefas didáticas dos quatro estudos de caso foram desenhadas, nomeadamente usando o modelo das situações formativas, para que as tarefas fossem autênticas, conduzindo, por isso, ao desenvolvimento de PE pelos alunos, o que se veio a verificar como foi exposto nas secções anteriores. Contribuiu para o desenvolvimento das PE o uso conjunto dos sentidos e dos sensores, e a mediação das professoras participantes nos estudos de caso, como é visível nos Gráficos 1 a 6.

A mediação das professoras no desenvolvimento de PE foi também muito importante, estando de acordo com o verificado em estudos anteriores (Lopes et al., 2010). Através de diversas ações mediadoras das professoras, tais como, apresentarem diferentes mediadores epistémicos, formularem questões que possibilitem o aprofundamento dos conhecimentos dos alunos, incentivarem os alunos a desenvolverem as tarefas e a partilharem as suas ideias com os colegas, estimularem o aperfeiçoamento dos registos dos alunos, promoverem a responsabilidade dos alunos pelo manuseamento de diferentes equipamentos, foram promovidas aprendizagens autênticas nos alunos, refletidas nas práticas epistémicas desenvolvidas por estes.

Embora não tenha sido realizada uma análise estatística para verificar os tipos de mediação do professor que estão mais associados a cada uma das PE desenvolvidas pelos alunos, evidenciam-se de seguida os tipos de mediação que frequentemente deram origem a determinada PE.

Assim, globalmente, e tendo em consideração o conjunto dos quatro estudos de caso, podemos referir que:

- associadas ao desenvolvimento da PE1 – descrever, realçam-se as ações mediadoras MP1 – contextualizar a situação-problema, MP3 – formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos, MP5 – sintetizar informação, MP6 – orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas, e MP8 – realizar avaliação formativa, como é visível, por exemplo, no EC1 quando a professora no âmbito do estudo da germinação das sementes, pede aos alunos que realizem uma análise sensorial à sala de aula para que identifiquem os locais que apresentam mais ou menos luminosidade e maior ou menor temperatura, registem essas estimativas na ficha de trabalho fornecida, e estabelece posteriormente diálogo com os alunos no sentido destes justificarem as estimativas feitas.

- associado ao desenvolvimento da PE2 – formular questões, realçam-se as ações mediadoras MP2 – apresentar a tarefa sob a forma de desafio, MP3 - formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos, MP6 - orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas, MP7 – apresentar/disponibilizar recursos e MP8 - realizar avaliação formativa, como se constata, por exemplo no EC3, quando os alunos conseguem formular as questões-problema “Como são constituídas as plantas?” e “Como são constituídos os animais?” a partir da apresentação da temática como são constituídos os seres vivos, e da exploração das características apresentadas pelos seres vivos, onde a professora formulou várias questões no sentido dos alunos pensarem no que diferencia os seres vivos dos seres não vivos. Esta exploração em conjunto com a análise detalhada da carta de planificação fez com que os alunos conseguissem formular as questões problema referidas. Em todo este processo a professora foi realizando avaliação formativa no sentido dos alunos atingirem os objetivos inicialmente traçados.

- associado ao desenvolvimento da PE3 – fazer estimativas/previsões, realçam-se as ações mediadoras MP2 – apresentar a tarefa sob a forma de desafio, MP3 - formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos, MP6 - orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas, MP7 - apresentar/disponibilizar recursos e MP8 - realizar avaliação formativa, como é visível, por exemplo, no EC2, onde os alunos são desafiados a fazerem estimativas relativamente à turvação que possa existir nas quatro amostras de água fornecidas pela professora, tendo em conta as questões da ficha de trabalho (apêndice F).

- associado ao desenvolvimento da PE4 – usar sensores, realçam-se as ações mediadoras MP4 – respeitar e incentivar a autonomia dos alunos, MP6 - orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas, MP7 - apresentar/disponibilizar recursos e MP8 - realizar avaliação formativa, como podemos constatar, por exemplo, no EC2, em que a professora apresenta o sensor de turvação e explica para que serve e indica os cuidados a ter no seu manuseamento, dando autonomia aos alunos para que usem o sensor.

- associado ao desenvolvimento da PE5 – interpretar, realçam-se as ações mediadoras MP3 - formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos, MP5 - sintetizar informação, MP6 - orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas, MP7 - apresentar/disponibilizar recursos e MP8 - realizar avaliação formativa, como é visível, por exemplo, no EC4, onde a professora sintetiza informação relativamente às análises sensoriais que os alunos tinham realizado relativamente à intensidade do sabor salgado das soluções salinas, e pede que interpretem esses dados tendo em conta o valor de condutividade apresentado pelo sensor para cada uma dessas mesmas amostras.

- associado ao desenvolvimento da PE6 – controlar variáveis, realçam-se as ações mediadoras MP3 - formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos, MP5 - sintetizar informação, MP6 - orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas e MP8 - realizar avaliação formativa, como é visível, por exemplo, no EC4, onde a professora questiona os alunos sobre as condições que devem manter na determinação da condutividade das soluções salinas. Após a partilha de ideias

e a orientação da professora, os alunos são capazes de identificar quais as variáveis que se devem manter (tempo e modo de utilização do sensor) e as variáveis que se devem mudar (concentração de sal das soluções).

- associado ao desenvolvimento da PE7 – formular hipótese, realçam-se as ações mediadoras MP3 - formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos, MP6 - orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas e MP8 - realizar avaliação formativa, como se constata, por exemplo, no EC1, onde os alunos formulam hipóteses explicativas para as estimativas feitas relativamente à temperatura no interior do armário. A professora valoriza as ideias dos alunos e incentiva-os a partilharem-nas. Através da formulação de questões e da valorização das respostas dos alunos os alunos mobilizam situações de transferências de calor noutras situações, aplicando-as à nova situação, no sentido de sustentarem as suas hipóteses.

- associado ao desenvolvimento da PE8 – organizar informação, realçam-se as ações mediadoras MP5 - sintetizar informação, MP6 - orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas, MP7 - apresentar/disponibilizar recursos e MP8 - realizar avaliação formativa, como se constata, por exemplo, no EC4, em que os alunos organizam as informações dadas pelos sentidos na tabela de intensidade de sabor salgado fornecida pela professora, e posteriormente organizam os dados fornecidos pelo sensor na tabela fornecida para o efeito. A professora fornece os recursos necessários à organização dessas informações (cartas de planificação 1 e 2), sintetizando informações no sentido de orientar os alunos nessas tarefas.

- associado ao desenvolvimento da PE9 – criar representações, realçam-se as ações mediadoras MP6 - orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas, MP7 - apresentar/disponibilizar recursos e MP8 - realizar avaliação formativa, como é visível, por exemplo, no EC3, onde os alunos elaboram desenhos das células da epiderme da cebola e do epitélio bucal observadas ao MOC e microscópio digital, nas diferentes ampliações. Na elaboração destes desenhos, o apoio da professora foi fundamental, nomeadamente, quando analisa os primeiros desenhos elaborados pelos alunos, e detetando as dificuldades sentidas na interpretação do que viam,

decide projetar no ecrã do computador fotografias do objeto observável no campo do MOC, para que fosse mais fácil a identificação das células pelos alunos, e ultrapassassem assim as dificuldades manifestadas.

- associado ao desenvolvimento da PE10 – relacionar, realçam-se as ações mediadoras MP3 - formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos, MP4 – respeitar e incentivar a autonomia dos alunos, MP5 - sintetizar informação, MP6 - orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas, MP7 - apresentar/disponibilizar recursos e MP8 - realizar avaliação formativa, como se constata, por exemplo, no EC4, em que pelo facto de os alunos terem que cruzar e relacionar informações múltiplas presentes em cartas de planificação diferentes, a professora teve que questioná-los sobre os resultados obtidos em cada uma das análises efetuadas às soluções salinas (análise sensorial e com sensores), sintetizar essas informações (as classificações de intensidade de sabor salgado dadas a cada uma das amostras versus a concentração dessas soluções, e os respetivos valores de condutividade obtidos), explicando quais as informações que deveriam ter presentes para que conseguissem relacioná-las e responder assim à questão-problema “Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no valor de condutividade?”.

Nos quatro estudos de caso não foram desenvolvidas todas as práticas epistémicas selecionadas como categorias de análise, nem a frequência de ocorrência de determinada PE foi igual nos diferentes estudos de caso. Por exemplo, no estudo de caso 1 e 2, os alunos desenvolveram um menor número de práticas epistémicas e com menor frequência, em comparação com o que se verificou nos estudos de caso 3 e 4. Podemos apontar o fator tempo como principal responsável pelas diferenças observadas, já que, por um lado a duração das aulas onde foram implementadas as tarefas autênticas é superior nos estudos de caso 3 e 4 e inferior nos estudos de caso 1 e 2. Não foi possível selecionar aulas dos quatro estudos de caso com a mesma duração para a análise de dados, uma vez que, e como referido no Capítulo 3, o critério de seleção das aulas foi serem aquelas em que foram desenvolvidas tarefas autênticas que recorriam ao trabalho experimental com uso dos sentidos e dos sensores. Por outro lado, o facto de os EC1 e EC2 terem sido desenvolvidos

em contexto formal, contrariamente aos EC3 e EC4, que foram desenvolvidos em contexto não formal, fez com que houvesse maior limitação de tempo nos estudos de caso desenvolvidos em contexto formal (EC1 e EC2). Em contexto formal verificam-se constrangimentos associados ao cumprimento das planificações, que limitam o tempo que se pode disponibilizar para que os alunos consigam executar as tarefas, e portanto consigam desenvolver mais PE. Estes constrangimentos são menos acentuados em contexto não formal, em que não há a obrigatoriedade de cumprimento de uma planificação, e que por isso faz com que haja maior flexibilização do tempo para o desenvolvimento das tarefas propostas.

Analisando o exposto na apresentação dos resultados no que se refere ao desenvolvimento de práticas epistémicas nos quatro estudos de caso, torna-se evidente que o trabalho experimental e o uso dos sentidos e dos sensores se revelaram fundamentais no processo de caracterização do meio e no desenvolvimento de PE. A mediação do professor, no desenvolvimento das tarefas propostas, e no desenvolvimento de PE, foi indispensável e crucial, como também se constatou na apresentação dos resultados dos quatro estudos de caso. Nesta mediação do professor, importa referir ainda que, tal como defende Lopes et al.(2010), as tarefas apresentadas aos alunos têm que ser claras e objetivas, isto é, os alunos têm que perceber quais os objetivos da tarefa, para que as consigam executar com sucesso, condição essencial para o desenvolvimento de aprendizagens autênticas. No EC2, por exemplo, nem todas as tarefas foram claras para os alunos, como se analisará de seguida.

No processo de clarificação das tarefas nos diferentes estudos de caso, foi fundamental: a formulação de questões por parte das professoras, no sentido de perceberem se os alunos tinham entendido a tarefa a desenvolver; a apresentação de mediadores epistémicos como por exemplo, as cartas de planificação, os sensores e as fichas de trabalho; e a realização de avaliação formativa, através da análise das intervenções dos alunos, dos registos efetuados nas cartas de planificação e fichas de trabalho, e do manuseamento dos diferentes equipamentos. Esta avaliação formativa permitiu uma reorientação da ação das professoras no sentido de ir ao encontro das

necessidades dos alunos, traduzindo-se na capacidade destes concluírem as tarefas apresentadas.

Começando pela análise do EC1 - “Germinação de sementes”, sobressai que as tarefas apresentadas pela professora participante foram muito claras e objetivas: os alunos sabiam o que se pretendia alcançar em cada uma das tarefas propostas, sabiam para que utilizavam os sentidos, sabiam qual a importância de manusearem corretamente os sensores e irem registrando os dados fornecidos por estes. A forma sequencial de realização das atividades pelos alunos, aliada a uma mediação consistente da professora, traduziu-se no desenvolvimento de diferentes práticas epistêmicas pelos alunos (ver Gráfico 1 e 2). Podemos referir como exemplos dessa mediação e das PE desenvolvidas, a apresentação da tarefa sob a forma de desafio (MP2) propondo que os alunos analisassem e caracterizassem os locais da sala de aula em relação à luminosidade e temperatura com base nos sentidos (PE1; PE3; PE8) e posteriormente utilizando os sensores de luminosidade e temperatura (PE4); a formulação de questões (MP3) para que os alunos justificassem as estimativas realizadas relativamente à luminosidade e temperatura nos diferentes locais da sala de aula (PE5; PE10); a orientação e apoio aos alunos no desenvolvimento das tarefas (MP6) no uso dos sensores e na exploração das fichas de trabalho (PE4; PE5; PE2; PE8; PE10).

No EC2- “Qualidade da água para consumo”, pela análise da NM3, percebe-se que nem todas as tarefas apresentadas foram claras para os alunos. A tarefa apresentada aos alunos, relativa à comparação de resultados de 3 experiências, era complexa (questão 6.2 da ficha de trabalho, parte II- apêndice F: “Compara os resultados obtidos na atividade experimental n.º 1, em que utilizaste os vidros de relógio, e na atividade experimental n.º2, em que procedeste à filtração das águas, com os valores de turvação obtidos pelo sensor. De que forma os resultados obtidos pela utilização do sensor são coincidentes com esses resultados? Justifica a tua resposta.”). Era uma tarefa complexa na medida em que, por um lado, se pedia a comparação entre três conjuntos de dados (dados relativos ao resíduo seco das amostras de água, dados relativos à filtração das amostras de água e dados fornecidos pelo sensor da turvação). Por outro lado, não foi dado muito suporte para essa

comparação: a ficha de trabalho (apêndice F) que foi fornecida aos alunos, poderia ter tabelas que apoiassem a comparação de dois conjuntos de dados de cada vez. Tal não aconteceu e por isso os alunos não foram capazes de relacionar os diferentes conjuntos de dados, não sendo autónomos na formulação de conclusões, o que dificultou a resposta à questão problema lançada “Relativamente à turvação, podemos considerar as águas próprias para consumo?”.

Um outro facto que também não facilitou a resposta à questão problema, neste estudo de caso, foi a longa discussão centrada na questão formulada pela professora cooperante aquando da análise dos resultados relativa à atividade experimental de determinação do resíduo seco das diferentes amostras de água: “Porque é que os vidros de relógio apareciam com manchas?”. Uma vez que as diferentes amostras de água tinham valores de turvação próximos de zero, ou não possuíam turvação (água da torneira), as manchas obtidas em todos os vidros de relógio foram difíceis de interpretar. A resposta a esta questão não era a mais relevante para o problema de investigação proposto aos alunos: o objetivo mais importante estava na capacidade de os alunos saberem interpretar os dados fornecidos pelo sensor para as quatro amostras de água, tendo como base o valor de referência para a turvação para as águas para consumo, que tinha sido fornecido na ficha de trabalho. Com a dispersão que se verificou em torno dessa questão menos relevante relativa às manchas dos vidros de relógio, os alunos não se lembraram que existia esse valor de referência e que o poderiam comparar com os valores dados pelo sensor.

Podemos interpretar que, a discussão liderada pela professora esteve focada no que lhe poderia causar mais dúvidas e não naquilo que seria mais relevante os alunos aprenderem. Eram necessárias outras ações mediadoras por parte da professora, nomeadamente a apresentação de mediadores epistémicos mais sistematizados, no sentido de clarificar a tarefa e a análise de dados.

No entanto, o balanço das atividades realizadas pelos alunos foi muito positivo, neste EC2, pelo facto destes terem sido capazes de: usar os sentidos e sensores na caracterização das diferentes amostras de água (PE1; PE4;

PE5), contribuindo para isso a orientação e apoio dado pela professora no desenvolvimento das tarefas (MP6), perceber o que era um sensor e para que servia o sensor de turvação que utilizaram (PE4), sendo fundamental a apresentação e disponibilização de recursos pela professora (MP7), fazer estimativas/previsões (PE3), interpretar (PE5) e registar dados (PE8), para as quais contribuiu a formulação de questões e orientação da professora (MP3; MP7). Os alunos deste EC foram assim capazes de desenvolver um conjunto de PE como se constata pela análise do Gráfico 3.

De referir ainda que, nas aulas seguintes, embora estas não tenham sido incluídas nas NM, se continuou a desenvolver a resposta à questão-problema, tal como previsto na situação formativa 2, nomeadamente com a realização de análises microbiológicas, no sentido de compensar as dificuldades verificadas.

Relativamente ao EC3 - “Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”, o papel mediador da professora mostrou-se fundamental para ultrapassar a resistência, inicialmente mostrada pelos alunos, para desenvolverem as tarefas propostas. Os alunos deste estudo de caso, nunca tinham realizado trabalho experimental, e foram confrontados pela primeira vez com o preenchimento de cartas de planificação. A mobilização de conhecimentos anteriores relativamente às características dos seres vivos (MP1), que levou a que os alunos descrevessem características dos seres vivos (PE1), a partilha de ideias, a valorização do pensamento dos alunos por parte da professora (MP3), sempre que os alunos formulavam questões (PE2), faziam estimativas (PE3) ou relacionavam informações (PE10), o recurso ao MOC e microscópio digital (MP7) para observação das células animais e vegetais (PE1; PE; PE9), bem como o recurso à máquina fotográfica digital (MP7) como ponte entre o macroscópico e o microscópico, no sentido de auxiliar os alunos a perceberem o que estavam a observar no campo do MOC (PE5; PE10) projetando uma fotografia do material em observação no ecrã do computador (MP7), foi fundamental para que os alunos fossem capazes de realizar as tarefas propostas e desenvolver diferentes práticas epistémicas (gráfico 4 e 5). Para a ocorrência de um elevado número de PE,

verificadas neste EC, devem considerar-se diferentes fatores, entre os quais, a duração da sessão que integrou a NM analisada que foi de cinco horas.

No EC4 - “Estudo de uma grandeza física – a salinidade”, foram desenvolvidas pelas crianças todas as PE selecionadas para análise nesta investigação (ver Gráfico 6). O facto de estes alunos já terem desenvolvido no ano letivo anterior, trabalho investigativo, com recurso ao trabalho experimental, no âmbito da exploração do ecossistema de poças de maré (Gonçalves, 2012), transparece positivamente na forma como estes aceitaram os desafios lançados, e na perspicácia com que analisaram, interpretaram e preencheram as cartas de planificação. Os sentidos estavam mais treinados, fruto de experiências anteriores, pelo que facilmente utilizaram a escala de intensidade de sabor salgado para caracterizar as diferentes amostras salinas. Também importa referir que neste EC, a NM analisada corresponde a uma sessão com duração de 90 minutos, o que pode ter contribuído também para a ocorrência de todas as PE, comparativamente a NM com duração de 45 minutos (EC2).

Neste EC, a professora procurou que os alunos percebessem que, era possível determinar a salinidade de uma determinada solução, analisando uma outra característica que está associada, que é a condutividade, o que é frequente em contextos de análises laboratoriais da qualidade do ambiente. Na nossa perspetiva, era importante que os alunos percebessem que utilizariam um sensor de condutividade, porque esses parâmetros estão diretamente relacionados e que pela análise de um se pode inferir o valor do outro. A abordagem ao conceito de condutividade, deveria ter sido assim uma abordagem ligeira, verificando-se, no entanto, que a professora deu muita ênfase a este conceito, o que fez com que por vezes os alunos ficassem com dúvidas sobre a grandeza física que estava em estudo. No entanto, é de realçar que, as crianças, embora não tenham compreendido completamente a relação da condutividade com a salinidade, que se reveste de considerável complexidade, conseguiram manipular o sensor (PE4), controlando as variáveis envolvidas (PE6), interpretar os resultados (PE5), fazer a relação (PE10) entre a salinidade, o sabor e a condutividade das diferentes amostras de solução salgada, fazendo uma análise crítica à análise sensorial do sabor realizada e

compreendendo que a subjetividade estava dos conjuntos de dados estava nessa análise.

A mediação da professora em todo este processo foi fundamental e esteve bem evidente, nomeadamente porque: soube contextualizar as tarefas apresentadas (MP1), ligando o estudo da grandeza salinidade com a caracterização do ecossistema das poças de maré (ecossistema explorado no ano anterior); estabeleceu diálogos com os seus alunos, no sentido de os fazer pensar, de exporem as suas ideias (MP3), o que é se traduziu no desenvolvimento da PE1; PE3; PE6; PE5, PE10; apresentou mediadores epistémicos, como as cartas de planificação e o sensor de condutividade (MP7) permitindo que os alunos fizessem estimativas e previsões (PE3) relativamente à intensidade de sabor salgado das soluções salinas e ao valor da condutividade apresentada por essas mesmas soluções, usassem o sensor de condutividade (PE4), controlando variáveis (PE6) e organizassem informação (PE8); e formulou questões (MP3) que levou a que os alunos recorressem a lembranças das experiências sensoriais estabelecessem relações entre as diversas informações (PE10).

4.2.3. A significação de conceitos abstratos pelas crianças

O desenvolvimento do pensamento abstrato pelas crianças é visível nos quatro estudos de caso, e está implícito no desenvolvimento de algumas PE mais complexas como interpretar (PE5), formular hipóteses (PE7), criar representações (PE9), e relacionar (PE10). As professoras conseguiram que os alunos estabelecessem pontes entre as análises sensoriais, mais concretas, e as análises com os sensores, mais abstratas, dos fenómenos em estudos (Quintana et al., 2004; Reiser, 2004; Goldstone & Son, 2005). Desta forma, as experiências sensoriais das crianças foram utilizadas como base concreta para o desenvolvimento de atividades mais abstratas, com o recurso aos sensores, corroborando as ideias defendidas por Reiser (2004) e por Silva, Lopes e Barbot (2013).

No EC1 - “Germinação de sementes”, é evidente como a análise sensorial pode apoiar o raciocínio mais abstrato. Na partilha das estimativas

sensoriais realizadas pelos alunos relativamente à temperatura e luminosidade, os alunos procuraram justificar essas estimativas recorrendo a outras experiências sensoriais. Interpretaram factos ocorridos noutros contextos, transpondo-os para o novo contexto. Por exemplo, um aluno explica que a temperatura dentro do armário vai estar relacionada com o facto de as janelas estarem ou não abertas. Se estiverem abertas, a temperatura do armário pode descer e, se as janelas estiverem fechadas, pode subir ou pode manter-se. A esta argumentação opõe-se a opinião de outro aluno que afirma que se estiver sol, e se estiver muito calor, quando se abre as janelas o calor entra, pelo que a temperatura do armário deveria subir também, e não descer. É evidente neste exemplo, como as experiências anteriores podem ser mobilizadas para tentar analisar/interpretar novas situações com elevado grau de abstração.

Os gráficos de temperatura e os gráficos de luminosidade criados pelos sensores e interpretados pelas crianças são representações abstratas, bem como as unidades *lux*. As análises sensoriais realizadas pelas crianças relativamente à luminosidade e temperatura constituíram a base concreta de exploração destas duas grandezas ambientais. Partindo das informações dadas pelos sentidos as crianças puderam compreender melhor as informações dadas posteriormente pelos sensores de luminosidade e temperatura. A mediação do professor pode contribuir significativamente para o desenvolvimento do pensamento abstrato nas crianças, nomeadamente através de ações de “*Mapping/Bridging representations, including concreteness fading*” (Goldstone, & Son, 2005). Através da observação sensorial concreta da realidade, pode passar-se gradualmente para a realidade mais abstrata (Goldstone, & Son, 2005). Neste EC, essa passagem gradual entre o concreto e o abstrato é visível quando se utilizam os sentidos para análise da luminosidade e temperatura da sala de aula, depois a planta da sala de aula e os quadros para os registos das informações recolhidas com base nos sentidos, de seguida quando se anotam nos gráficos de luminosidade e temperatura o local da sala a que corresponde cada ponto, interpretando com pormenor os gráficos.

No EC2 – “Qualidade da água para consumo”, a análise sensorial realizada às quatro amostras de água relativamente à cor, cheiro e turvação,

permitiu uma primeira abordagem mais concreta ao conceito de turvação, que era novo para os alunos. Os alunos procuraram visualizar materiais em suspensão nas diferentes águas, já que, como lhes tinha sido explicado pela professora participante, eram os materiais que se encontravam em suspensão na água os responsáveis pela presença de turvação. Após a análise sensorial, os alunos realizaram as atividades experimentais n.º1 e n.º2, em que determinaram o resíduo seco de cada amostra recorrendo à secagem, e realizaram a filtração de cada uma das amostras de água, respetivamente. Na atividade de filtração das águas não se verificou materiais retidos pelo filtro em nenhuma das amostras de água filtradas. Na atividade de secagem da água nos vidros de relógio, os alunos confrontaram-se com a presença de manchas em todos os vidros de relógio, o que levantou algumas dúvidas na interpretação dos resultados. O objetivo destas atividades experimentais que intercalaram a análise sensorial e a análise com o sensor de turvação, era permitir que os alunos se familiarizassem progressivamente com o conceito de turvação, comparando os resultados obtidos nestas atividades com as previsões realizadas com base nos sentidos, e percebessem através da observação, que são os materiais em suspensão, os responsáveis pela turvação. A análise realizada posteriormente com o sensor de turvação forneceu novos dados relativos à turvação das diferentes amostras de água. Os valores obtidos de turvação, não teriam o mesmo significado para as crianças se não tivessem sido realizados os procedimentos anteriores. Através desta sequência de atividades foi possível passar gradualmente da realidade concreta observável (a visualização ou não de materiais em suspensão) para uma realidade mais abstrata (a análise dos valores de turvação fornecidos pelo sensor).

No EC3 -“Complexidade do conceito de ser vivo e de biodiversidade”, nas observações ao MOC, a professora, verificando que os alunos tinham dificuldade em observar pela ocular e saber o que eram ou não as células (que ainda não eram entidades concretas para as crianças) apoiou a significação e a representação, tirando fotografias ao campo do microscópio, pela ocular, com a máquina fotográfica digital e mostrando a imagem das células no computador, que colocou ao lado do MOC. Desta forma, os alunos percebiam se tinham

identificado as células do epitélio bucal ou da epiderme da cebola, quando observaram ao MOC a preparação, ou se pelo contrário, aquilo que tinham observado não correspondia exatamente à identidade celular. A observação ao MOC tornou-se assim mais fácil e concreta, já que o ecrã do computador facilita a visibilidade quando comparada com a imagem vista através das oculares do MOC. Este apoio à representação facilita a passagem do concreto (várias observações usando a visão) para um conhecimento mais abstrato (relação entre o visível e o invisível, através da análise das observações com diferentes ampliações), o que vai ao encontro do defendido por Goldstone e Son (2005) e Silva, Lopes e Silva (2013).

Por último, no EC4 -“Estudo de uma grandeza física – a salinidade da água”, a relação efetuada pelas crianças entre a salinidade, o sabor e a condutividade, é muito complexa, em primeiro lugar porque é necessário considerar três variáveis em simultâneo e em segundo lugar porque cada uma delas é complexa e requer capacidade de abstração. Para esta aprendizagem abstrata contribuíram as aprendizagens anteriores desenvolvidas no âmbito do projeto de mestrado da professora participante (Gonçalves, 2012), onde os alunos já tinham realizado tarefas de utilização dos sentidos e sensores, bem como elaborado cartas de planificação, as experiências sensoriais realizadas como primeira abordagem do fenómeno em estudo, e a mediação da professora nesta atividade, explicitado na secção de apresentação dos resultados.

Também neste caso, a sequência de atividades mais concretas – como a manipulação do sal e da água para a preparação das soluções com diferentes salinidades, e como a análise do sabor das mesmas – criou uma base para a passagem gradual para atividades mais abstratas (Goldstone & Son, 2005), relacionadas com o uso do sensor da condutividade e com a comparação e análise crítica dos dados das diferentes análises.

Em todos os estudos de caso, o facto de se terem criado contextos reais, ou similares à realidade, facilitou a significação de tarefas, conceitos, grandezas e processos ambientais pelas crianças. Partindo de situações problema com que os alunos se identificam, promove-se o seu interesse e motivação para aprofundarem os seus conhecimentos.

A aposta em tarefas autênticas que implicam o raciocínio científico permitiu um estudo mais aprofundado das diversas grandezas ambientais. Através de ferramentas como as cartas de planificação presentes em todos os EC, que implicaram atividade experimental, os alunos aplicaram e potenciaram o raciocínio científico, problematizando, fazendo estimativas/previsões, controlando variáveis, interpretando dados, relacionando informações provenientes de diversas fontes, conseguindo desenvolver formas de pensamento mais complexas e abstratas.

Na pesquisa da resposta à questão-problema da tarefa principal foi importante a realização de várias outras tarefas, que partiram muitas vezes da formulação de outras questões-problema mais específicas (EC2; EC3; EC4), para que as aprendizagens dos alunos ocorressem de forma sequencial e significativa. Foi valorizado o processo de aprendizagem e as competências desenvolvidas pelos alunos, nomeadamente a capacidade de desenvolverem tarefas que implicavam pensamentos mais complexos, como controlar variáveis, formular hipótese ou relacionar, e não apenas a capacidade de responderem às questões-problema apresentadas.

CAPÍTULO 5 – Dificuldades e desafios sentidas pelas professoras participantes na implementação de tarefas autênticas

Como referido no Capítulo 3, concluída a implementação das situações formativas nos quatro estudos de caso, a investigadora realizou entrevistas com as professoras participantes neste estudo, à exceção das professoras participantes do EC2, no sentido de perceber a reação dos alunos no desenvolvimento das tarefas propostas, e as principais dificuldades e desafios com que alunos e professoras se depararam na implementação dessas tarefas autênticas. Nesse sentido, e por questões de estruturação das entrevistas, foram formuladas algumas questões pela investigadora, para que as professoras participantes pudessem organizar melhor as informações a facultar. Exemplos dessas questões orientadoras são: “Qual a reação dos alunos no desenvolvimento das situações formativas?”, “Que dificuldades foram sentidas, quer pelas professoras participantes, quer pelos alunos, no desenvolvimento das tarefas propostas?”, “Que pontos positivos se podem destacar?” e “Que sugestões apontam para melhorar a implementação deste tipo de tarefas?”. Como foi explicado no capítulo da metodologia, por razões logísticas, não foi possível realizar a entrevista com as professoras participantes do estudo de caso 2. Contudo, esse facto, não condicionou a análise desse estudo de caso relativamente às dificuldades e desafios inerentes à natureza das tarefas implementadas, uma vez que, a investigadora dialogou por diversas vezes com estas professoras, no sentido de obter informações relativas à forma como decorreram as aulas, quais as principais dificuldades sentidas, e quais os pontos positivos que se destacavam. Por outro lado, o facto de a investigadora ter realizado observação participante na primeira aula desse estudo de caso, contribuiu para uma melhor compreensão da postura e comportamento dos alunos, da motivação que apresentavam para o desenvolvimento das tarefas, da forma como as professoras mediavam as mesmas. Adicionalmente, foram ainda utilizadas evidências retiradas das narrações multimodais relativas a este estudo de caso para caracterizar as dificuldades e desafios, como será desenvolvido de seguida.

O conteúdo da entrevista foi posteriormente analisado tendo em conta diferentes categorias de análise. No que concerne às dificuldades definiram-se as seguintes categorias de análise: comportamento dos alunos, contexto, tempo e tarefa. Relativamente aos desafios definiram-se como categorias de análise a tarefa, a avaliação da aprendizagem e o tempo.

Dificuldades inerentes ao comportamento dos alunos

Na globalidade, o comportamento dos alunos foi adequado ao desenvolvimento das tarefas propostas pelas professoras, mostrando-se interessados e empenhados na realização das mesmas. Os problemas comportamentais verificados foram pontuais, e apenas manifestados por alguns alunos. Ocorreram em todos os estudos de caso, com particular incidência no EC1, em que o facto das aulas estarem a ser gravadas, terá influenciado negativamente o comportamento dos alunos mais problemáticos (“a turma é muito complicada, tem quatro elementos que boicotam as aulas, e ainda por cima sabem que estão a ser gravadas, mais motivo para a brincadeira.” – professora do EC1). Esses comportamentos consistiam em manter conversas paralelas durante as intervenções da professora e a realização das tarefas, perturbando a concentração dos outros colegas, e em manifestar desinteresse pelas tarefas propostas. Foi necessária a intervenção das professoras para que os alunos melhorassem a sua atitude. De referir que, à medida que se iam desenvolvendo as tarefas, e se iam apresentando diferentes mediadores epistémicos (diferente equipamento de laboratório, os sensores, as cartas de planificação), o interesse manifestado pelas mesmas ia aumentando, o que se traduziu numa melhoria na concentração e empenho dos alunos (“A atividade com o sensores foi aquela em que eles estiveram mais motivados, era novidade, eles gostaram” – professora do EC1).

Na Tabela 49, estão exemplificadas, com excertos de diferentes narrações multimodais, dificuldades relacionadas com o comportamento dos alunos na implementação das situações formativas.

Tabela 49 - Dificuldades inerentes ao comportamento dos alunos na implementação das tarefas autênticas

Categoria de análise	Descrição	Exemplo de evidência	Estudo de caso
Comportamento do aluno	Em todos os estudos de caso se registaram dificuldades ao nível do comportamento de alguns alunos. Esses comportamentos foram: manter conversas paralelas durante as intervenções da professora e a realização das tarefas, perturbando a concentração dos outros colegas, e em manifestar desinteresse pelas atividades propostas.	<p data-bbox="920 448 1888 560">“ os alunos que normalmente revelavam um comportamento irregular e perturbador, continuaram a demonstrar desinteresse e alheamento pela atividade.”</p> <p data-bbox="1084 580 1724 611">Excerto da Narração Multimodal 2 – estudo de caso 1</p> <p data-bbox="920 647 1888 791">“ A professora foi obrigada a interromper a aula mais uma vez chamando a atenção de alguns alunos que estavam na brincadeira. Disse-lhes que se não fossem responsáveis teriam que abandonar a sala e ficar com a outra professora.”</p> <p data-bbox="1084 798 1724 828">Excerto da Narração Multimodal 4 – estudo de caso 3</p> <p data-bbox="920 879 1888 991">“ A professora chamou a atenção para o facto de os alunos terem que agilizar o preenchimento da carta de planificação, em vez de estarem distraídos com outras coisas.”</p> <p data-bbox="1084 1011 1724 1042">Excerto da Narração Multimodal 6 – estudo de caso 4</p>	1, 2, 3 e 4

Dificuldades inerentes ao contexto

As tarefas autênticas foram implementadas em diferentes contextos de ensino-aprendizagem. Nos EC1 e EC2, as tarefas desenvolveram-se em contexto formal, na sala de aula, no âmbito da disciplina de Ciências da Natureza. As professoras participantes destes estudos foram as professoras titulares de turma, e tinham já desenvolvido com os seus alunos trabalho experimental, pelo que estes já conheciam algum material de laboratório, bem como as atitudes e comportamentos que deviam adotar durante a realização das atividades experimentais. As dificuldades sentidas em contexto formal foram relativas à compatibilização da implementação das situações formativas com o cumprimento da planificação da disciplina, uma vez que apesar das temáticas abordadas fazerem parte do programa da disciplina, a implementação de cada situação formativa foi mais demorada do que o inicialmente previsto, levando a um ligeiro atraso no cumprimento da planificação (ver Tabela 50).

Nos EC3 e EC4, as situações formativas foram desenvolvidas em contexto não formal, num Clube de Ciências da Natureza. No EC3, a professora não era a professora titular de turma, mas conhecia os alunos, já que era professora de apoio nessa turma. Os alunos nunca tinham realizado atividades experimentais, e inicialmente mostraram-se desmotivados para esse tipo de tarefa. Tinham pouco conhecimento sobre os materiais de laboratório. Foi necessário despender algum tempo para apresentar todo o material que iriam utilizar nas atividades experimentais, e para explicar regras de comportamento a adotar aquando da realização das mesmas. No EC4, os alunos já conheciam a professora, mas o facto de ser professora no contexto de Clube de Ciências da Natureza e não ser professora titular, influenciou um pouco o comportamento dos alunos que estavam mais inquietos (“Ainda que tivessem sido já meus alunos o ano passado, viam-me este ano como ex-professora, mas não com professora deles, o que fez com que fossem precisas muitas chamadas de atenção.” – professora EC4). Outra dificuldade sentida neste estudo de caso relacionou-se com a falta de assiduidade de alguns alunos nas sessões, o que prejudicou o desenrolar das atividades, pois esses alunos perdiam o fio condutor. Por último, o facto de as sessões se realizarem

num horário que coincidia com o último tempo de aula, levou a que, muitas vezes, as conclusões fossem já feitas de forma apressada (“Isto de ser num horário extra, levou a (...) alguns inconvenientes, neste aspeto.” – professora C4).

Na Tabela 50, estão exemplificadas, com excertos de narrações multimodais, dificuldades relacionadas com o contexto de implementação das situações formativas.

Tabela 50 - Dificuldades inerentes ao contexto na implementação das tarefas autênticas

Categoria de análise	Descrição	Exemplos de evidências	Estudo de caso
Contexto	Os alunos estavam já familiarizados com o desenvolvimento de algum trabalho experimental, mas o desenvolvimento das tarefas foi mais demorado que o inicialmente previsto.	<p>“Posteriormente leram em conjunto o material necessário à experimentação e o modo de proceder. Esta terminologia “Modo de proceder” era nova para os alunos, uma vez que normalmente utilizam a terminologia “Como vamos fazer”. A professora explicou que eram terminologias sinónimas, que o modo de proceder no fundo explica passo a passo o que devem e como devem fazer a experimentação.</p> <p>Tempo de aula: 15 minutos</p> <p>Como existia apenas um sensor de turvação, e o tempo para a realização das tarefas era escasso, a professora achou melhor distribuir uma amostra de água por grupo para que pudessem determinar o valor de turvação dessa amostra de água e partilhar os resultados com os restantes grupos. “</p> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 3 – estudo de caso 2</p>	1 e 2
	Os alunos participantes neste estudo nunca tinham realizado atividades do tipo experimental, desconhecendo o material de laboratório, e as regras de comportamento a adotar.	<p>“Ora, eu vou apresentar o material de laboratório que está em cima desta mesa. Portanto, há coisas que vocês se calhar já conhecem e há outras que vocês não conhecem. “</p> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 4 – estudo de caso 3</p>	3
	O facto de as atividades terem sido desenvolvidas em contexto de Clube de Ciências, num horário em que as sessões coincidiam com o último tempo de aula, levou a que, muitas vezes, as conclusões fossem já feitas de forma apressada.	<p>“Professora: Por exemplo! Que nem todos os seres vivos (inaudível) da mesma quê?</p> <p>Aluno: Porque nós estamos habituados.</p> <p>Professora: Nem todos temos o mesmo paladar. Nem todos sentimos a intensidade do sabor salgado quê? Vamos lá meninos, estamos a ficar sem tempo....</p> <p>Alunos: Igual.</p> <p>Professora: Aí está a terceira conclusão! Que nem todos os seres vivos o sabor salgado quê?</p> <p>Aluno: Igual.</p> <p>Professora: Da mesma forma. É outra conclusão!”</p> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 6 – estudo de caso 4</p>	4

Dificuldades inerentes ao tempo

A principal dificuldade sentida pelas professoras participantes, em todos os estudos de caso, foi a gestão do tempo (“As atividades (...) demorou sempre mais tempo que o previsto” - professora EC3). Todas sentiram que o desenvolvimento das tarefas autênticas foi condicionado pelo tempo, que se mostrou ser escasso para a realização de toda a situação formativa e o alcance de todos os objetivos inicialmente traçados (“Se tivéssemos realmente mais tempo e pudéssemos abordar as coisas com mais calma, os outros alunos, que estavam menos à vontade, se calhar acabavam por dizer o que estavam a pensar.”- professora EC4). Nos EC1 e EC2, em que as tarefas foram desenvolvidas em contexto formal, as professoras sentiram ainda mais dificuldade relativamente ao tempo, uma vez que tinham uma planificação dos conteúdos programáticos para cumprir, e não dispunham de aulas “extra” para compensar eventuais atrasos no cumprimento da mesma, resultantes da implementação das situações formativas, que foi mais demorada que o previsto. Esta situação foi ainda mais perceptível porque as atividades foram desenvolvidas no 3.º período do ano letivo 2012-2013, que foi um período mais pequeno e que por isso não deixou muita margem de tempo para recuperar aulas. As professoras participantes sugeriram a implementação deste tipo de atividades no 1.º ou 2.º período, para ser possível reajustar as planificações, se necessário.

Estas dificuldades de gestão de tempo foram também referidas como justificação da não possibilidade de realizar uma avaliação mais sistemática das aprendizagens dos alunos (“Não fiz avaliação das atividades, para perceber se gostaram ou não das atividades, o que gostaram mais ou menos.... Já não tive tempo.” – professora EC4). Mesmo no EC3, em que se realizou uma atividade final de avaliação, a professora referiu que devia ter dado mais tempo para os alunos preencherem os questionários, já que a avaliação realizada acabou por ser feita muito em “contra-relógio” (“Não lhes dei, se calhar, tempo suficiente para preencherem as fichas...tiveram dificuldades, e sinto que precisavam de mais tempo para pensarem. Ainda pedi hora e meia emprestada a um colega para conseguir acabar, mas não chegou.” – professora EC3)

Na Tabela 51, estão exemplificadas, com excertos de narrações multimodais, dificuldades relacionadas com o tempo de implementação das situações formativas.

.

Tabela 51 - Dificuldades inerentes ao tempo na implementação das tarefas autênticas

Categoria de análise	Descrição	Exemplo de evidência	Estudo de caso
Tempo	<p>Todas as professoras colaboradoras tiveram dificuldades na gestão do tempo. O desenvolvimento das tarefas autênticas foi, de certa forma, condicionado pelo tempo. O ritmo da execução das tarefas teve que ser marcado pelas professoras, muitas vezes apelando a que os alunos não se demorassem muito, para que fosse possível a realização de toda a situação formativa. Esta dificuldade temporal também implicou que não houvesse possibilidade de realizar uma avaliação mais sistemática das aprendizagens dos alunos. Mesmo no estudo de caso 3, em que se realizou avaliação final, a professora referiu que devia ter dado mais tempo para os alunos preencherem os questionários.</p>	<div data-bbox="1052 411 1971 603" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>“Como existia apenas um sensor de turvação, e o tempo para a realização das tarefas era escasso, a professora achou melhor distribuir uma amostra de água por grupo para que pudessem determinar o valor de turvação dessa amostra de água e partilhar os resultados com os restantes grupos.”</p> </div> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 3 – estudo de caso 2</p> <div data-bbox="1052 675 1971 818" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>“A professora referiu que apesar de ter planeado a execução das duas atividades experimentais para a aula, já não seria possível realizar a segunda atividade, porque o tempo já era pouco. Foi por isso arrumando o material que já não iria ser utilizado. “</p> </div> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 4 – estudo de caso 3</p> <div data-bbox="1052 906 1971 1034" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>“A professora chamou a atenção para o facto de os alunos terem que agilizar o preenchimento da carta de planificação, em vez de estarem distraídos com outras coisas.”</p> </div> <p style="text-align: center;">Excerto da Narração Multimodal 6 – estudo de caso 4</p>	1, 2, 3 e 4

Dificuldades inerentes à tarefa

Relativamente às tarefas, as dificuldades sentidas pelos alunos, e detetadas pelas professoras estão principalmente relacionadas com os registos escritos. Alguns alunos, nomeadamente do EC2 e EC3, esperavam que a professora ditasse a resposta certa, ou então tentavam que algum colega dissesse a sua resposta. No registo por meio de desenhos, por vezes, não foram muito atentos aos pormenores. Tiveram dificuldades em transpor para o papel o que oralmente até foram capazes de exprimir (“Oralmente ainda vão dizendo qualquer coisa, mas no registo escrito, estão à espera que alguém dite, têm muita dificuldade... nestas idades escrever, é muito difícil” – professora EC3). De acordo com a professora participante do EC4, muitas vezes percebeu-se o que eles aprenderam através de um debate de ideias e não pelo que registaram da forma escrita.

Apesar destas dificuldades, pela análise das PE realizadas pelos alunos (ver por exemplo o Gráfico 6), é evidente que foram desenvolvidas capacidades de fazer registos, interpretar, criar múltiplas representações e relacionar. As ações mediadoras das professoras, como valorizar o pensamento dos alunos (as professoras incentivavam os alunos a dizer o que pensavam independentemente de a resposta estar certa ou não), formular questões que levassem os alunos a pensar, estimular o diálogo e a partilha de ideias, incentivar para que aprofundassem o seu raciocínio, revelou-se fundamental no desenvolvimento das tarefas e na ocorrência dessas mesmas PE.

O preenchimento autónomo das cartas de planificação revelou-se uma tarefa cujo desenvolvimento criou consideráveis dificuldades às crianças. No estudo de caso 3 verificou-se que os alunos tiveram dificuldades em preencher a carta de planificação. Na primeira carta apenas foram autónomos nas previsões (“fiz perguntas orientadoras, mas nunca disse, nem ditei previsões” – professora EC3). Na segunda carta de planificação, já tiveram um pouquinho mais de autonomia, revelando ainda dificuldades em escrever.

No estudo de caso 4, a organização das fichas e cartas de planificação fornecidas foi também uma tarefa difícil para as crianças. Quando os alunos

tiveram que comparar resultados com as duas cartas de planificação em cima da mesa, ficaram confusos com os papéis, pelo que a organização dos recursos desta natureza deve ser cuidadosa: por exemplo, os dados de diferentes proveniências e sujeitos a análise, devem estar incluídos no mesmo documento.

No mesmo estudo de caso, os alunos sentiram dificuldade na compreensão das questões problema - como as questões eram extensas, tinham dificuldade em perceber qual era mesmo o problema em questão, como revela a professora do EC4

“As minhas questões-problema eram bastante grandes em termos de escrita, com uns termos assim complicados pelo meio, notei que eles ao lerem sozinhos não percebiam qual era o problema, exigiu que estivesse sempre a dizer o que é que se queria, em palavras mais simples.”

Verificaram-se também dificuldades relacionadas com a manipulação dos sensores pelas crianças. Na observação ao MOC, os alunos tiveram dificuldades na observação pela ocular, pelo que a professora fotografou a imagem fornecida pelo MOC e apresentou-a no computador. Está aqui evidente o papel mediador da professora no apoio à transição entre o abstrato e o concreto. O ecrã do computador e a visualização de imagens nesse ecrã é algo de mais concreto para os alunos do que a imagem observada pela ocular do MOC.

No momento de avaliação final das aprendizagens no EC4, os alunos revelaram dificuldade em elaborar a rede nocional – embora tenham compreendido os conceitos isoladamente tiveram dificuldades em relacioná-los naquele tipo de representação.

Ainda relativamente ao EC4, realça-se uma dificuldade ligada à complexidade do conceito condutividade. Os alunos não sabiam o que era a condutividade, e embora soubessem o que era um sensor, não sabiam como aquele sensor da condutividade funcionava, nem o que media. A exploração do conceito de condutividade implicou mais tempo, visto ser um conceito novo. A professora sentiu que o tempo também não permitiu explorar com maior profundidade este conceito “Reconheço que o tempo foi muito curto para desconstruir o conceito de condutividade, eles não conseguiram perceber, acho

eu, (...) perceberam a lógica do que estavam a fazer mas o conceito em si, acho que não” – professora EC4).

Na Tabela 52, estão exemplificadas, com excertos de narrações multimodais, dificuldades relacionadas com o desenvolvimento das tarefas, nos quatro estudos de caso.

Tabela 52 - Dificuldades inerentes à tarefa na implementação das tarefas autênticas

Categoria de análise	Descrição	Exemplo de evidência	Estudo de caso
Tarefa	Alguns alunos apresentaram dificuldades nos registos escritos (preenchimento das cartas de planificação), aguardando que a professora ou um colega dissesse o que deveriam escrever.	<p>“Portanto, na última questão então, o que é que vocês vão fazer? Vão comparar os resultados das três experiências, na última questão.</p> <p>Podem escrever até por extenso ou tipo tabela, a dizer que os resultados retirados através dos órgãos dos sentidos diferem da experiência do vidro de relógio e dos resultados obtidos no sensor.”</p>	1, 2, 3 e 4
		<p>Excerto da Narração Multimodal 3 – estudo de caso 2</p> <p>“Professora: A vossa colega concluiu que todos os seres vivos são constituídos por células. É verdade, todos os seres vivos são constituídos por células. Portanto vamos responder à questão problema.”</p>	
		<p>Excerto da Narração Multimodal 4 – estudo de caso 3</p> <p>“A professora teve a necessidade de dizer aos alunos que cada um deveria preencher o campo “Verificámos que”, segundo o que tinham posto na tabela de intensidade de sabor salgado”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 6 – estudo de caso 4</p>	
	Os alunos, tiveram dificuldades na observação pela ocular do MOC, pelo que a professora teve que tirar fotografia à imagem fornecida pelo MOC e mostrar no computador.	<p>“Uma vez que alguns alunos sentiram imensa dificuldade em ver através da ocular, ora porque não conseguiam fechar um olho, ora porque viam as suas pestanas, a professora adotou nova estratégia que consistiu em, após explicar o que era o campo de visão, tirar fotografias das imagens fornecidas pelo MOC, nas várias ampliações, através da ocular e passa-las imediatamente para o computador. Foi colocado o computador ao lado do microscópio com a fotografia do campo de visão, no intuito dos alunos antes de observarem através da ocular, visualizarem uma parte da imagem no computador, para perceberem o que teriam de desenhar no registo escrito”.</p> <p>Excerto da Narração Multimodal 4 – estudo de caso 3</p>	3

	<p>Os alunos não sabiam o que era a condutividade, desconheciam o sensor da condutividade e o modo de funcionamento.</p> <p>Os alunos ficaram confusos com o número de folhas que tinham simultaneamente em cima da mesa.</p> <p>Os alunos sentiram dificuldade na desconstrução das questões problema que eram muito extensas.</p>	<p>“Professora: No que tem a onda, pronto. Mas nós ainda queremos saber, na realidade, este é um sensor de quê? Aluno 2: Isso é que eu não sei muito bem. Professora: De quê? Como é que este sensor me vai ajudar a saber o valor de salinidade, ou seja, a quantidade de sal que está lá dissolvido. Quem já viu acha que é um sensor que mede o quê? Aluno 2: Não sei professora. Eu ia dizer o que é que eu vejo aqui.”</p> <hr/> <p>“A professora indicou que os alunos deveriam organizar as folhas pertencentes à carta de planificação 1 e as folhas pertencentes à carta de planificação 2, para que estes pudessem de seguida escrever as conclusões. Os alunos mostraram-se confusos com tantas folhas em cima da mesa.</p> <p>Professora: Eu sei que são muitas folhas ao mesmo tempo mas se estivermos com atenção não nos enganamos.”</p> <hr/> <p>“Professora: Então vamos olhar para a questão-problema. Aluno: Como podemos medir a salinidade... Professora: Se medimos a salinidade podemos medir...? Aluno: Com o sensor de condutividade. Professora: Com o sensor de quê? Aluno: De condutividade. Professora: Então ele é adequado porquê? Porquê que ele é adequado? A vossa colega ainda há bocado estava a dizer. Aluno: Porque mede o movimento da água e... Professora: Não é da água que ele mede, pois não? Mede a corrente... Aluno: A corrente elétrica? Mais ou menos professora... Professora: O que é que ele mediu? Aluno: A concentração de sal. Professora: Ele mediu a concentração de sal? Aluno 1: Ai não, ele mediu o movimento da... como é que era? Aluno 2: Da condutividade... Professora: E o que é isso da condutividade? Aluno: É o movimento.”</p>	<p>4</p>
<p>Excertos da Narração Multimodal 6 – estudo de caso 4</p>			

Desafios inerentes à tarefa

Na globalidade, os alunos participantes mostraram-se interessados e empenhados na realização das tarefas propostas. As tarefas que foram mais motivadoras para os alunos foram as que implicavam o uso dos sentidos e dos sensores e as que implicavam a manipulação dos sensores e de outros equipamentos, já que, para a maioria dos alunos, os sensores eram instrumentos desconhecidos. Também se verificou a ocorrência de numerosas e diversas práticas epistémicas sempre que os alunos utilizaram quer os sentidos, quer os sensores e outros equipamentos no desenvolvimento das tarefas (ver por exemplo Gráfico 4).

Outro dado importante, e que traduz o envolvimento dos alunos nas tarefas, foi o facto de estes manifestarem interesse em esclarecer dúvidas, fazer sugestões e colocar questões, muitas vezes já no final das aulas. Foi um desafio para as professoras, que se mostraram sempre receptivas para que os alunos pudessem aprofundar os seus conhecimentos e ao mesmo tempo permitiu que estas pudessem ir avaliando as suas próprias intervenções e formas de mediação. Em relação à disposição dos alunos na sala de aula, as professoras consideraram que a disposição em grupo é boa para as situações em que a partilha de ideias é crucial. Noutras situações, em que se procura um aprofundamento autónomo do raciocínio dos alunos, é mais fácil se estes estiverem sentados individualmente (“O estarem em grupo tinha vantagens e desvantagens, se por vezes dava para conversarem sobre o tema, também dava, outras vezes, para conversarem de nada.” – professora EC4).

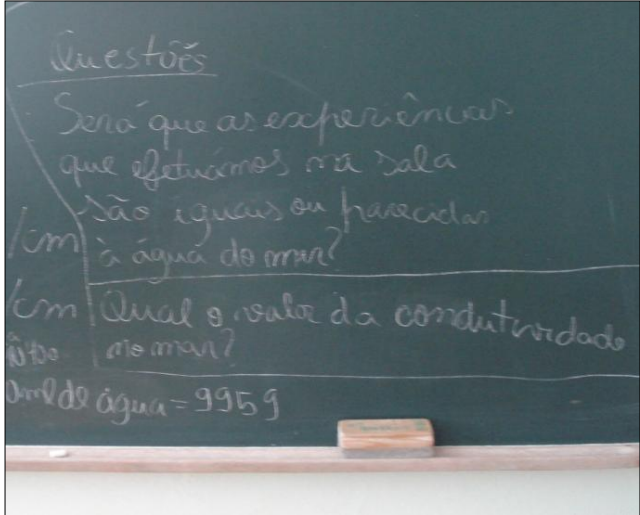
No EC4, sobressaíram alguns alunos pelo empenho, capacidade de raciocínio e debate de ideias, em grande medida porque o estudo da grandeza física “Salinidade” era uma continuidade de um trabalho já desenvolvido no ano anterior, relativo ao “Ensino experimental da biodiversidade e da temperatura nas poças de maré”, o que motivou o empenho e a curiosidade para saber o que se seguiria para a caracterização desse ecossistema. Os alunos fizeram comparações com o que acontecia nas aulas de Ciências da Natureza (contexto formal), e o que acontecia nas sessões do Clube de Ciências da Natureza em que o contexto era já informal, demonstrando que a participação e envolvimento dos alunos nas sessões de clube era muito maior que nas aulas,

e que percebiam melhor os conceitos e fenómenos nas sessões do Clube do que nas aulas (“Faziam um paralelismo entre o que se passava no clube e nas aulas deles, diziam mesmo: Nós lá não fazemos isto, e aqui até fico a perceber porque é que as coisas acontecem”. – professora EC4). O facto de o número de alunos nas sessões do Clube ser menor que o número de alunos da turma, assim como o facto de a frequência das sessões do Clube ser facultativa, tendo-se inscrito quem desejava aprender e explorar mais as Ciências da Natureza, juntamente com o facto de as características inerentes à própria tarefa autêntica incluírem uma maior liberdade dada aos alunos, tornando-os agentes principais no desenvolvimento das tarefas, estimulando à autonomia e aprofundamento do raciocínio, e ainda a ausência da pressão da avaliação são possíveis fatores explicativos dos comentários dos alunos.

Na Tabela 53, estão exemplificados desafios inerentes ao desenvolvimento das tarefas, com excertos de narrações multimodais dos quatro estudos de caso,

Tabela 53 - Desafios inerentes à tarefa na implementação das tarefas autênticas

Categoria de análise	Descrição	Exemplo de evidência	Estudo de caso
Tarefa	As tarefas com recurso aos sentidos e sensores e as que implicavam a manipulação dos sensores e de outros equipamentos foram motivadoras para os alunos.	<p>“Todas as tarefas propostas foram realizadas individualmente pelos alunos, que tiveram liberdade para se movimentarem pela sala para terem uma melhor percepção quer da temperatura, quer da luminosidade nos diferentes locais. Foi visível o empenho e a satisfação manifestada pelos alunos durante a análise sensorial realizada ”</p>	1
		<p>Excerto da Narração Multimodal 1 – estudo de caso 1</p>	
		<p>“Cada porta-voz dirigiu-se prontamente, à vez, à mesa de trabalho onde estava o sensor, e tendo em conta todas as recomendações, efetuou a análise da amostra da água no sensor. De referir que, havia entusiasmo e sentido de responsabilidade nos alunos durante as medições da turvação com o sensor. À medida que se iam obtendo os resultados os alunos automaticamente iam confrontando os valores com as previsões que tinham feito. Esta situação surgiu de forma espontânea por parte dos alunos, sem a intervenção da professora.”</p>	2
		<p>Excerto da Narração Multimodal 3 – estudo de caso 2</p>	
		<p>“Aluna: Nota-se mesmo uma diferença quando se vê ao microscópio! Professora: Não tem nada a ver com o que se vê à mão, não é? Aluno: Se virmos com ele na mão não dá para ver os tracinhos que ele tem desenhados.”</p>	3
		<p>Excerto da Narração Multimodal 4 – estudo de caso 3</p>	
		<p>“Professora: Vamos só olhar para a tabela de quando nós provámos. Olha, por exemplo, aqui a colega pôs, para o recipiente A, classificou pouco salgado, pôs o número 2. Aluno: Também eu. Professora, eu tinha colocado o 1, mas depois vi que se há uma diferença de meia grama, eu tinha colocado o 1, depois o 3 e o 4, ia ser assim uma diferença muito grande e eu pensei: bem, eu estava na dúvida entre o pouco salgado e o quase nada salgado, por isso, optei pelo pouco salgado porque são muito próximos!”</p>	4
		<p>Excerto da Narração Multimodal 6 – estudo de caso 4</p>	

	<p>Os alunos manifestarem interesse pelas tarefas desenvolvidas, colocando questões, fazendo sugestões e esclarecendo dúvidas, muitas vezes já no final das aulas.</p>	<p>“Um aspeto interessante a considerar é que no final da aula, alguns alunos ficaram na sala pois queriam perceber melhor o funcionamento dos sensores e como ficavam registados os dados. Assim, ajudaram a professora a gravar os registos e viram logo os gráficos relativos ao trabalho que tinham desenvolvido na aula.”</p>	1
<p>Excerto da Narração Multimodal 2 – estudo de caso 1</p>		2	
<p>“É importante referir que todos os alunos se mostraram muito interessados em ver como funcionava o sensor da turvação, e após o toque de saída, foram ter com a professora, por iniciativa própria, fazendo questões sobre como funcionava, querendo explorar mais o sensor, vendo os dados que fornecia”.</p>		4	
<p>Excerto da Narração Multimodal 3 – estudo de caso 2</p> <p>“Terminada a aula, uma aluna escreveu no quadro (figura 12) sugerindo atividades de continuação do estudo da salinidade, colocando novas questões. Na aula seguinte partilhou com os colegas o que tinha pensado”.</p> <p>Figura 12- Questões de exploração sugeridas por uma aluna no final da aula – estudo de caso 4</p> 			

Desafios inerentes à avaliação das aprendizagens

No que concerne à avaliação das aprendizagens dos alunos, foi sugerido uma avaliação final em cada situação formativa, para que, quer alunos, quer professores, tivessem consciência dos conteúdos que ainda seria necessário aprofundar, para consolidar as aprendizagens. Ainda relativamente à avaliação, verificou-se uma ambivalência nas opiniões de todas as professoras participantes. Por um lado pensam que o facto de as tarefas apresentadas aos alunos não serem sujeitas a uma avaliação formal permite que estes estejam mais à vontade para partilhar ideias, sem terem medo de “responder mal”. Por outro lado, também sentem que o facto de saberem que não estão sujeitos a avaliação formal pode justificar o não envolvimento, e o pouco empenho de alguns alunos (“se calhar se eles soubessem que era para avaliação, encarassem de outra forma, estavam com mais atenção....., não sei.” – professora EC3). De referir que o EC3, foi o único em que foi realizada uma avaliação final. A professora constatou que, na generalidade, os alunos tinham compreendido e assimilado os conceitos trabalhados durante as sessões, mas que alguns ainda apresentavam dificuldades em estabelecer relações entre esses mesmos conceitos, pelo que seriam necessárias mais sessões para aplicação desses conceitos a novas situações e promover, dessa forma, a maturação dos mesmos (ver Tabela 54). Esta opinião foi também partilhada pelas outras professoras (“Questiono se o facto de ser um trabalho intensivo, por haver pouco tempo, há coisas que não ficam bem limadas, estas atividades acabam por ser uma primeira abordagem aos conceitos, é necessário trabalhar mais, noutras circunstâncias...” – professora EC4).

Tabela 54 - Desafios inerentes à avaliação das aprendizagens resultantes da implementação das tarefas autênticas

Categoria de análise	Descrição	Exemplo de evidência	Estudo de caso
Avaliação final das aprendizagens	Os alunos, no final da implementação da situação formativa, foram sujeitos a avaliação formal, revelando que tinham compreendido e assimilado os conceitos trabalhados durante as sessões. Alguns alunos ainda apresentaram dificuldades em estabelecer relações entre esses mesmos conceitos.	<p>Figura 13 - Rede Nocial realizada por um aluno no momento de avaliação final – estudo de caso 3</p> <p>The diagram is a concept map titled "REDE NOCIONAL". At the top center is the word "ECOSSISTEMA" in bold, with handwritten notes: "Ex: deserto, montanha, floresta, mares... e habitats - cada um dos seres vivos". Three arrows point from "ECOSSISTEMA" to other concepts: a yellow arrow to "BIODIVERSIDADE" (with handwritten note "Vários seres vivos"), a blue arrow to "SER VIVO" (with handwritten notes "movimenta-se, cresce, anda, respira, alimenta-se, morre, reproduz" and "tem vida e células"), and a red arrow to "REPRODUÇÃO" (with handwritten note "criação de seres vivos"). To the right of the diagram, there are handwritten notes: "não reproduz, alimenta, não morre, não respira, não se move, não cresce, não anda" and "SER NÃO VIVO não tem células, mas tem vida".</p>	3

Desafios inerentes ao tempo

Como já foi referido anteriormente durante a análise das dificuldades sentidas na implementação das situações formativas, a gestão do tempo foi sem dúvida, um dos fatores mais difíceis de controlar. As dinâmicas da aula, em que se privilegia o trabalho experimental, fomentando a autonomia dos alunos e a partilha de ideias por vezes requerem uma maior flexibilidade na gestão do tempo. Embora as professoras colaboradoras quisessem disponibilizar mais tempo para a realização e desenvolvimento das diferentes tarefas pelos alunos, muitas vezes isso não foi possível, por constrangimentos de planificações, no EC1 e EC2, e pelo número definido de sessões de funcionamento dos clubes, não havendo possibilidade de o alargar muito mais, dado terem ocorrido no final do 3.º período (“Nas escolas, no final do ano letivo, surge esta atividade, depois mais outra, e outra, e quando se vai a ver o tempo já foi. Devia-se ter planificado estas atividades para mais cedo. O 3.º período não foi o melhor para se implementar estas atividades” – professora EC1).

Pontualmente, e no EC2 e EC3, as professoras colaboradoras conseguiram ainda que os alunos dispusessem de mais duas aulas para a conclusão das tarefas que constavam das situações formativas. Assim, e dado o exposto, todas as professoras participantes referiram que as tarefas autênticas implicam tempo para a sua eficaz e completa implementação. O exercício de colocar os alunos como principais agentes no desenvolvimento das tarefas requer tempo, para que se organizem, para que pensem, para que registem, para que executem os procedimentos experimentais com rigor. As professoras sugerem que estas tarefas sejam implementadas no início do ano letivo, onde ainda se dispõe de mais tempo para planificar e distribuir as tarefas ao longo do ano. Apontam ainda a importância da realização de sessões posteriores, e que não constavam das situações formativas implementadas, precisamente por uma questão de escassez de tempo, e que permitisse aos alunos aplicar os conceitos trabalhados a novas situações (“Seria interessante um posterior. Só depois, quando eles [os alunos] fizessem a transposição do que aprenderam para novos contextos é que eu conseguiria perceber o que é que ficou ou não.... E eu não tive bem essa percepção.” – professora EC4). Concluem que esta abordagem seria uma mais-valia para a aprendizagem dos

alunos pois permitiria reinventar novas maneiras de trabalhar e aplicar um determinado conceito, para uma verdadeira assimilação e maturação do mesmo.

CAPÍTULO 6 - Conclusão

Este trabalho de investigação procurou contribuir para a qualidade do ensino e aprendizagem das Ciências da Natureza, no 2.º CEB, ajudando a dar resposta ao problema de investigação: “*Tem sido constatada a necessidade de apoiar o desenvolvimento de atividades e aprendizagens autênticas nas Ciências da Natureza no 2.º Ciclo do Ensino Básico, nomeadamente no que se refere ao trabalho experimental e à interligação de grandezas ambientais no processo de caracterização do meio*”. Pretendeu-se cruzar evidências teóricas com evidências empíricas, no sentido de se construírem conclusões que respondam ao problema de investigação.

O trabalho consistiu num conjunto de quatro estudos de caso com características de investigação-ação. Os estudos de caso 1, 2 e 4, foram desenvolvidos com alunos do 2.º CEB, e o estudo de caso 3, foi desenvolvido com alunos do 1.º CEB, nomeadamente do 4.º ano escolaridade, terceiro período letivo. Esta diversidade de participantes visou criar conhecimento alargado que apoie, facilite e promova as aprendizagens autênticas de Ciências da Natureza no 2.º CEB. As professoras participantes no estudo eram as professoras de Ciências da Natureza das turmas participantes (EC1 e EC2) e as professoras dinamizadoras dos Clubes de Ciências da Natureza (EC3 e EC4). Todos os estudos de caso foram desenvolvidos tendo em conta as questões de investigação (QI):

- QI1 – Que papéis pode desempenhar a utilização conjunta dos sentidos e dos sensores, nas atividades autênticas de caracterização do meio? Procurou-se analisar as competências que os alunos poderiam desenvolver com base na utilização dos sentidos e dos sensores como ferramentas de caracterização de parâmetros ambientais.

- QI2 – Que práticas epistémicas são desenvolvidas pelos alunos na realização de atividades autênticas e qual a mediação do professor nesse processo? Considerando-se que as tarefas autênticas potenciam o desenvolvimento de práticas epistémicas (Chinn & Malhotra, 2002; Lopes et al., 2010), procurou-se analisar para cada um dos estudos de caso, que práticas epistémicas ocorreram em cada uma das atividades autênticas desenvolvidas

pelos alunos. Reconhecendo-se que a ação do professor não é indiferente no processo de ensino-aprendizagem (Lopes et al., 2010, Saraiva et al., 2012), definiram-se para este estudo diferentes ações mediadoras do professor, e posteriormente analisou-se quais dessas ações mediadoras ocorreram em cada estudo de caso, e que repercussões tiveram essas ações mediadoras no desenvolvimento de práticas epistêmicas pelos alunos.

- QI3 - As atividades autênticas propiciam a significação de conceitos abstratos pelas crianças? Tendo em conta que o desenvolvimento de algumas tarefas autênticas requerem pensamentos de ordem superior, isto é, pensamentos mais complexos (Chinn & Malhotra, 2002), pretendeu-se perceber se as crianças que desenvolveram atividades autênticas, nos quatro estudos de caso, foram capazes de apropriar-se de conceitos mais abstratos atribuindo-lhes significado.

- QI4 - Que dificuldades/desafios sentem os professores na implementação de tarefas autênticas? As aprendizagens autênticas constituem uma abordagem de ensino em expansão tendo sido adotada já por vários profissionais e em diferentes áreas de ensino (Lombardi, 2007). Sendo a presente investigação baseada na referida abordagem das aprendizagens autênticas, criadas através de atividades autênticas que resultaram da implementação de tarefas autênticas, é de todo o interesse perceber quais são as principais dificuldades com que se deparam as professoras na implementação de tarefas autênticas, que dimensões devem ser trabalhadas e exploradas com maior pormenor, e quais os desafios com que se confrontaram na implementação dessas mesmas tarefas autênticas, nos quatro estudos de caso.

Para cada um dos estudos de caso elaboraram-se situações formativas (Lopes, 2004) e respetivos materiais de apoio como fichas de trabalho, cartas de planificação e fichas de registo, tendo em conta os temas selecionados para cada uma dos EC: EC1 – “Germinação de sementes”, EC2 – “Qualidade da água para consumo”, EC3 – “Conceito de ser vivo e de biodiversidade” e EC4 – “Estudo de uma grandeza física – a salinidade da água”.

Foram recolhidos vários dados provenientes das gravações áudio das aulas de implementação das situações formativas, das fotografias recolhidas dessas aulas, e das fichas de trabalho, de registo e das cartas de planificação, fornecidas aos alunos. Seleccionadas as aulas em que foram desenvolvidas as tarefas autênticas mais significativas para este estudo, tendo em conta os objetivos e questões de investigação, para cada estudo de caso, organizaram-se os dados sob a forma de narrações multimodais (Lopes et al., 2010), que constituíram os documentos base de análise de dados. Após a definição das categorias e subcategorias de análise, analisaram-se as narrações multimodais, identificando as PE desenvolvidas pelos alunos, bem como as ações mediadoras das professoras.

O presente capítulo encontra-se estruturado em três secções. Na primeira secção encontram-se as conclusões, dando resposta às questões de investigação. Na segunda secção expõem-se os contributos do estudo, e, por último, na terceira secção apresentam-se as limitações do estudo e sugestões para futuras investigações.

6.1. Conclusões relativas às questões de investigação

A apresentação e discussão crítica dos resultados e as considerações presentes no capítulo anterior, informam as conclusões do estudo relativamente às questões de investigação que são apresentadas de seguida.

Q11 - Que papéis pode desempenhar a utilização conjunta dos sentidos e dos sensores, nas atividades autênticas de caracterização do meio?

O uso dos sentidos desempenhou um papel fundamental na primeira abordagem aos parâmetros ambientais em estudo, constituindo a primeira interface entre o meio e o aluno. As informações sensoriais contribuíram para a familiarização dos alunos com os fenómenos naturais. Recorrendo aos sentidos, os alunos realizaram estimativas e/ou previsões relativamente aos elementos e grandezas em análise. Essas ações, de estimar ou prever, constituíram ações de natureza científica, pelo que os sentidos potenciaram o desenvolvimento de tarefas autênticas, isto é, tarefas similares às científicas (Chinn & Malhotra, 2002). Após a análise sensorial, os alunos utilizaram

sensores no sentido de obter informações mais rigorosas sobre esses mesmos parâmetros ou grandezas ambientais.

Os alunos procuraram as melhores condições para o uso dos sentidos e dos sensores, procurando a melhor localização para os sensores de temperatura e luminosidade (EC1) e o melhor ângulo de visão para avaliar sensorialmente a turvação (EC2), selecionaram diferentes ampliações para o uso dos microscópios (EC3) e a melhor posição para colocar o sensor de condutividade (EC4).

Os alunos foram capazes de comparar os dados sensoriais com os dados fornecidos pelos sensores desenvolvendo competências de análise comparativa, interpretação de dados, e relacionamento de informação. Assim, o uso de sensores revelou-se bastante positivo no âmbito do desenvolvimento de tarefas autênticas, já que permitiu o desenvolvimento de Práticas Epistémicas (PE) (Lopes et al., 2009), ou seja, ações de construção de conhecimento científico como manipular objetos com rigor, comparar dados, interpretar e relacionar. Importa ainda referir que o uso conjunto dos sentidos e dos sensores permitiu que os alunos também desenvolvessem competências de produção de registos de informação ambiental que se materializaram sob diversas formas, nomeadamente descrições (EC1), desenhos/grafismos (EC1; EC2; e EC3), registos numéricos (EC1; EC4).

Por sua vez, esta abordagem a elementos e grandezas ambientais complexas, como temperatura e luminosidade (EC1), turvação (EC2), célula (EC3) e salinidade (EC4), realizada tendo por base os sentidos (visão, tato/sentido da temperatura, paladar) e a posterior análise desses elementos e grandezas, recorrendo aos sensores, desencadeou um processo de significação desses conceitos pelas crianças. Através das vivências sensoriais ocorreu a familiarização com os ambientes de uma forma corporizada e por isso concreta, que constituiu uma base facilitadora do uso dos sensores e posterior significação dos dados mais abstratos e precisos fornecidos pelos sensores, corroborando os trabalhos desenvolvidos por Silva, Lopes e Barbot (2013) e Silva, Lopes e Silva (2013), que defendem que a informação concreta adquirida pelos sentidos apoia a criação de sentido na interpretação de

informação adquirida pelos sensores, e na criação de modelos mentais complexos.

Q12 - Que práticas epistémicas são desenvolvidas pelos alunos na realização de atividades autênticas e qual a mediação do professor nesse processo?

As práticas epistémicas são as ações desenvolvidas pelos alunos que permitem a construção do conhecimento científico, tendo por base de referência a atividade dos cientistas (Lopes et al., 2009). Nesta investigação, analisaram-se as práticas epistémicas desenvolvidas pelos alunos nos quatro estudos de caso durante a realização das tarefas autênticas propostas nas atividades selecionadas para análise. Assim, nas referidas atividades de todos os estudos de caso, os alunos desenvolveram práticas epistémicas quando realizaram as tarefas autênticas propostas pelas professoras participantes. As PE desenvolvidas em todos os estudos de caso foram a PE1 – Descrever, a PE3 – Fazer estimativas/previsões, a PE4 – Usar sensores, a PE5 – Interpretar, a PE8 – Organizar informação, e a PE10 – Relacionar. Destas, destacam-se pelo número elevado de ocorrências, a PE1 – Descrever, a PE5 – Interpretar e a PE10 – Relacionar. As PE menos frequentes nos estudos de caso foram a PE2 – Formular questões, a PE6 – Controlar variáveis, a PE7 – Formular hipóteses e a PE9 – Criar representações, não se verificando, nas atividades analisadas, a ocorrência da PE2 no EC1, da PE6 no EC1 e EC2, e da PE9, no EC1 e EC2. De referir que relativamente à não ocorrência da PE6 no EC1 e EC2, embora os alunos não tenham controlado variáveis de forma explícita, que define a PE6, no EC1, os alunos analisaram a conjugação das condições de temperatura e luminosidade. Nas atividades seguintes desenvolvidas neste EC1, esse controlo de variáveis torna-se explícito, na implementação da atividade experimental “Fatores que influenciam a germinação de sementes”. Já no EC2, os cuidados na manipulação do sensor são controlo de variáveis, embora não explicitado aos e pelos alunos.

No EC4, os alunos desenvolveram as dez práticas epistémicas selecionadas para este estudo. Este facto permite-nos perceber que a construção do conhecimento científico é um processo contínuo, que implica persistência e repetição de procedimentos, já que, os alunos participantes

neste EC eram os únicos que já tinham realizado, no ano letivo anterior, tarefas próximas das tarefas autênticas implementadas neste EC, nomeadamente, já conheciam e tinham preenchido cartas de planificação, já tinham manipulado sensores e analisado os dados por eles fornecidos, e já tinham realizado análises sensoriais na caracterização do meio. Pela análise dos resultados obtidos podemos concluir também que as PE mais complexas, como a PE2, PE6, PE7 e PE9, que são aquelas que ocorreram menos vezes nos quatro estudos de caso, implicam mais tempo para serem desenvolvidas. Note-se que relativamente à PE2 – formular questões, esta pode considerar-se complexa, designadamente, quando traduz a formulação de questões-problema pelos alunos, que constituem potenciais bases de construção de pesquisas para construção de conhecimento científico.

Para a ocorrência das PE foi fundamental o uso dos sentidos e dos sensores, e a mediação das professoras. O uso dos sentidos e dos sensores, como foi já referido, permite que os alunos façam estimativas ou previsões com base nos sentidos, e posteriormente, através do uso dos sensores, comparem essas previsões com os dados fornecidos pelos sensores, interpretando e relacionando dados. O uso dos sentidos e dos sensores permite que os alunos organizem informações e criem representações sob a forma de desenhos, descrições e grafismos.

O uso dos sentidos revelou-se particularmente importante na descrição de conceitos e fenómenos (PE1), e na interpretação de dados (PE5). O uso dos sensores também se revelou importante na descrição de conceitos e fenómenos (PE1), na aquisição de competências de uso e manipulação de sensores (PE4), na interpretação de dados (PE5), no controlo de variáveis (PE6), na organização da informação (PE8), na criação de representações (PE9) e no estabelecer relações (PE10). O uso dos sentidos e dos sensores permitiu que as crianças estabelecessem relações em diferentes situações, como é visível no EC3, em que as crianças fazem a ligação entre os mundos micro e macro, na exploração da questão “Como são constituídos os seres vivos?”.

Importa ainda referir que o uso das narrações multimodais como forma de organizar e analisar os dados revelou ser muito importante, já que muitas

das PE referidas anteriormente foram percebidas ao longo das intervenções efetuadas pelos alunos que constam das NM, e não nos registos escritos elaborados por eles.

Relativamente ao papel mediador das professoras no desenvolvimento das tarefas autênticas, e de PE, constata-se que a ocorrência de muitas PE no desenvolvimento das tarefas autênticas está associada à ação mediadora das professoras. Neste estudo foram selecionadas oito ações mediadoras das professoras para a análise da mediação das professoras no desenvolvimento de PE (Lopes et al., 2012): MP1 – Contextualizar a situação problema; MP2 – Apresentar a tarefa sob a forma de desafio; MP3 – Formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos; MP4 – Respeitar e incentivar a autonomia dos alunos; MP5 – Sintetizar informação; MP6 – Orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas; MP7 – Apresentar/disponibilizar recursos; e MP8 – Realizar avaliação formativa.

A primeira dimensão da mediação das professoras considerada fundamental no desenvolvimento de tarefas autênticas e de PE, é a contextualização da aprendizagem. Nos quatro estudos de caso as professoras participantes utilizaram situações relativas ao dia-a-dia, com o objetivo de promover um maior envolvimento dos alunos na realização das tarefas e consequentemente na exploração e aprendizagem de novos conteúdos científicos. Na contextualização das situações problema (MP1), a ação mediadora do professor é importante já que há a possibilidade dos alunos mobilizarem conhecimentos prévios e experiências pessoais que vão ser fundamentais na construção de novo conhecimento. Essa mobilização pode ser feita através de diálogos estabelecidos entre professor e alunos (MP3), como ocorreu nos quatro EC.

A apresentação das tarefas autênticas, ao ser feita sob a forma de desafio, estimula os alunos para a resolução da tarefa, colocando-os no papel de investigadores que vão solucionar o problema lançado (MP2) (Lopes et al., 2012). Nem sempre é fácil manter a tarefa como desafio uma vez que, no desenvolvimento das tarefas, podem surgir desmotivações ou dificuldades que podem não ter uma solução imediata como aconteceu no EC1. Desta forma, é importante que os professores estejam preparados para serem capazes de

manter a tarefa sob a forma de desafio. Neste processo foi relevante a formulação de questões pelas professoras, que pode ter diferentes objetivos: contextualizar a aprendizagem; perceber se os alunos entenderam qual a tarefa a desenvolver; conduzir o raciocínio dos alunos criando analogias com situações do cotidiano das crianças; dar sentido aos conceitos utilizados para apoiar os alunos na mobilização de exemplos desses mesmos conceitos a partir do seu cotidiano; aprofundar o raciocínio dos alunos sobre o controlo de variáveis (Lopes et al., 2010; Lopes et al., 2012).

No desenvolvimento das tarefas autênticas revelou-se como fundamental que os professores estimulem o diálogo e a partilha de ideias, incentivem os alunos a aprofundar o seu raciocínio e a estabelecer ligações entre o que estão a investigar e as situações do dia a dia (MP3), e privilegiem a autonomia dos alunos não antecipando as suas respostas (MP4). De referir que, para estabelecer a relação entre o fenómeno em estudo e a realidade que os alunos conhecem, a análise sensorial e o posterior uso dos sensores apresentaram importantes potencialidades, confirmando e aprofundando estudos anteriores (Silva, Lopes & Barbot, 2013; Silva, Lopes & Silva, 2013).

A segunda dimensão da mediação das professoras, considerada fundamental no desenvolvimento de tarefas autênticas e de PE, é tornar as estratégias científicas visíveis. No sentido de tornar as estratégias científicas visíveis foram utilizados, nos quatro EC, diferentes mediadores epistémicos, como por exemplo cartas de planificação, fichas de trabalho e sensores, em todos os estudos de caso. Estas ferramentas revelaram-se importantes para consciencializar os alunos da necessidade de separar observações, de interpretações e estimativas (MP7). Para o preenchimento das cartas de planificação a ação mediadora das professoras foi fundamental, pois estes são recursos desconhecidos pela maioria dos alunos (dos alunos participantes, apenas os constituintes do EC4 já conheciam esta ferramenta), requerendo competências científicas nem sempre desenvolvidas com as crianças. Deste modo, considera-se fundamental que o professor, quando apresenta este mediador epistémico, explique pormenorizadamente em que consiste uma carta de planificação, para que serve, e analise cada campo a preencher (MP6; MP7).

Foi, ainda, confirmado como fundamental que o professor valorize as respostas e formas de pensamento dos alunos (MP3), os encoraje e reforce positivamente, para que ultrapassem o medo de errar (Lopes et al., 2010). Estas ações foram desenvolvidas pelas professoras nos quatro EC, o que apoiou os alunos na superação de algumas das dificuldades sentidas no preenchimento das cartas de planificação, nomeadamente na elaboração dos registos textuais. Desta forma, é possível que os alunos sejam progressivamente autónomos no preenchimento das cartas de planificação e consequentemente no desenvolvimento das situações experimentais (MP4).

Para a visibilização das diversas estratégias científicas ligadas ao uso dos sensores (MP7), como por exemplo o registo e interpretação de dados, foi necessária a mediação das professoras, já que o uso de sensores constitui novidade para muitos alunos, e por isso a sua manipulação requer a ajuda do professor (MP6), que por um lado tem que explicar qual a função de um determinado sensor, e por outro os cuidados e procedimentos necessários à sua utilização.

A síntese da informação (MP5), realizada oralmente ou por registos no quadro, e solicitada aos alunos nas cartas de planificação, foi outra importante ação mediadora das professoras, que apoia a organização dos dados e das ideias partilhadas pelos alunos e motiva os alunos que revelam mais dificuldades, permitindo visibilizar estratégias científicas como a observação com e sem sensores, o registo das observações, a previsão dos resultados e sua interpretação.

Podemos assim concluir que a apresentação de mediadores epistémicos, em particular as cartas de planificação e os sensores, implicaram uma orientação e apoio das professoras no seu preenchimento/manuseamento. No desenvolvimento das tarefas onde se apresentam estes mediadores epistémicos foi crucial o incentivo à autonomia dos alunos e a valorização do seu pensamento, para que fossem capazes de ultrapassar dificuldades inerentes ao desenvolvimento das situações experimentais. Foi, assim, confirmado que estas ações mediadoras do professor visibilizam as estratégias científicas desenvolvidas pelos alunos, isto

é, as práticas epistêmicas desenvolvidas por estes no âmbito das atividades que realizaram, conforme o proposto por Silva, Lopes e Silva (2013).

A terceira dimensão da mediação das professoras, considerada fundamental no desenvolvimento de tarefas autênticas e de PE, é o estabelecimento de pontes entre o concreto e o abstrato. Através da formulação de questões (MP3), da apresentação e exploração de recursos como cartas de planificação (MP7), as professoras apoiaram os alunos (MP6) na interpretação de dados mais complexos, na comparação entre dados sensoriais e dados fornecidos pelos sensores, na relação entre previsões/estimativas e o que se verificou. O desenvolvimento do pensamento abstrato nas crianças implica transições graduais entre a realidade concreta e a realidade mais complexa, e por isso mais abstrata (Quintana et al., 2004; Silva, Lopes e Barbot, 2013). A mediação das professoras nesse processo foi fundamental neste estudo, já que, à medida que os alunos executavam as tarefas, as professoras, observando as principais dificuldades sentidas, reorientaram e apoiaram os alunos na superação dessas dificuldades.

QI3 - As atividades autênticas propiciam a significação de conceitos abstratos pelas crianças?

A concetualização das tarefas autênticas dos quatros estudos de caso visou a significação dos conceitos pelas crianças, procurando o desenvolvimento do pensamento abstrato. Pela análise dos resultados obtidos nesta investigação é possível afirmar que o desenvolvimento das atividades autênticas implicou e promoveu o desenvolvimento do pensamento abstrato nas crianças.

Partindo de atividades mais concretas, como as análises sensoriais de diferentes grandezas e elementos ambientais, os alunos familiarizaram-se com os fenómenos em estudo, comparando posteriormente os dados obtidos sensorialmente com as representações mais complexas dos dados mais abstratos fornecidos pelos sensores. O uso dos sentidos e dos sensores constituem estratégias que permitem que os alunos estabeleçam transições graduais de representações mais concretas para representações mais

abstratas dos fenómenos em estudo (Silva, Lopes & Barbot, 2013; Silva, Lopes & Silva, 2013), sendo fundamental a mediação do professor nessa transição.

As PE mais complexas, como controlar variáveis (PE6), interpretar (PE5) e relacionar (PE10), cuja realização se verificou nos diferentes estudos de caso, são indicadoras do desenvolvimento do pensamento abstrato nas crianças, já que, estas PE implicam raciocínios mais complexos e abstratos. A mediação das professoras nos diferentes estudos de caso foi fundamental para o desenvolvimento destas práticas epistémicas mais complexas, e que implicam um grau mais elevado de abstração. Podemos referir como exemplo, o que se verificou no EC1, onde através das ações mediadoras de formular questões, estimulando a partilha de ideias e valorizando o pensamento dos alunos (MP3), orientar e apoiar os alunos no desenvolvimento das tarefas (MP6), apresentar/disponibilizar recursos (MP7), os alunos foram capazes de interpretar (PE5) os gráficos produzidos pelos sensores de luz e temperatura e relacionar (PE10) os valores obtidos com as estimativas que tinham realizado. As atividades autênticas permitiram assim o desenvolvimento de PE complexas e o desenvolvimento do pensamento abstrato.

Importa referir também que a organização e apresentação dos recursos como as cartas de planificação têm que ser cuidadosamente pensadas, já que, a interpretação e cruzamento de dados presentes em cartas de planificação distintas e a relação simultânea de três, ou mais conjuntos de dados presentes nas diferentes cartas de planificação limitaram a passagem do concreto para o abstrato (EC2, EC4), dado que a complexidade da tarefa não estava adequada às competências das crianças, tornando a tarefa demasiado difícil. No EC2, os alunos não conseguiram ultrapassar as dificuldades inerentes à comparação simultânea de quatro conjuntos de dados (dados sensoriais, dados obtidos da duas atividades experimentais realizadas e dados fornecidos pelo sensor de turvação). A falta de tabelas que permitisse a comparação de dois conjuntos de dados de cada vez impediu que os alunos conseguissem relacionar todos os dados. A mediação da professora, nomeadamente a formulação de questões (MP3), não foi suficiente para suprir essas dificuldades sentidas.

No EC4, as dificuldades sentidas pelos alunos estiveram relacionadas com o facto de terem que relacionar múltiplas variáveis em simultâneo (a

intensidade do sabor salgado, a salinidade e a condutividade), e usar simultaneamente duas cartas de planificação para comparação de dados. As ações mediadoras da professora como formular questões (MP3) e sintetizar informação (MP5) permitiram que fossem minimizadas essas dificuldades e se facilitasse a passagem do concreto para o mais abstrato: os alunos foram capazes de estabelecer relações entre os diferentes dados, ainda que de forma menos autónoma, desenvolvendo práticas epistémicas mais complexas como interpretar (PE5) e relacionar (PE10).

QI4 - Que dificuldades/desafios sentem os professores na implementação de tarefas autênticas?

As entrevistas realizadas às professoras participantes dos EC1, EC3 e EC4, no final da implementação das respetivas situações formativas, e os diálogos estabelecidos com as professoras participantes no EC2, ao longo das sessões de implementação das situações formativas, permitiram retirar algumas conclusões no que concerne às dificuldades e desafios inerentes à implementação de tarefas autênticas e ao desenvolvimento de aprendizagens autênticas. No sentido de estruturar as entrevistas foram lançadas questões orientadoras, como “Qual a reação dos alunos no desenvolvimento das SF?”, “Que dificuldades foram sentidas, quer pelas professoras participantes, quer pelos alunos, no desenvolvimento das tarefas propostas?”, “Que pontos positivos se podem destacar?” e “Que sugestões apontam para melhorar a implementação deste tipo de tarefas?”. O conteúdo das entrevistas foi analisado tendo por base um conjunto de categorias de análise definidas pela investigadora, após uma primeira leitura da transcrição das referidas entrevistas. Para a dimensão “dificuldades”, foram definidas como categorias de análise o comportamento dos alunos, o contexto, o tempo e a tarefa. Para a dimensão “desafios” foram definidas as categorias de análise da tarefa, avaliação da aprendizagem e tempo.

Relativamente às dificuldades apontadas pelas professoras participantes, e começando pela categoria de análise “Comportamento dos alunos”, é relevante referir que a apresentação de diferentes mediadores epistémicos ao longo do desenvolvimento das tarefas contribuiu de forma eficaz para a alteração do comportamento de alguns alunos. Inicialmente

alguns alunos mostravam-se pouco interessados em desenvolver as tarefas estando distraídos e distraindo os colegas. À medida que se foram introduzindo diferentes mediadores epistêmicos, tais como os sensores, material de laboratório e as cartas de planificação, a sua postura alterou-se, mostrando-se mais atentos e empenhados. Assim, a seleção e apresentação dos mediadores epistêmicos, de forma cuidada e previamente planeada, revelaram-se como fundamentais na implementação de tarefas autênticas.

No que concerne às dificuldades sentidas relativamente ao contexto, podemos concluir que foram encontradas dificuldades na implementação das tarefas autênticas, quer em contextos formais (sala de aula), quer em contextos não formais (Clube de Ciências da Natureza). Quando as professoras implementaram as tarefas autênticas em contextos formais de ensino, depararam-se com a dificuldade de conciliar temporalmente essas tarefas com a planificação anual da disciplina de Ciências da Natureza e a obrigatoriedade de cumprimento da planificação programática dos conteúdos. Esta obrigatoriedade, por vezes, condiciona a gestão do tempo, quando se pretendem introduzir novas estratégias de ensino-aprendizagem, como é o caso das tarefas autênticas.

Por sua vez, em contexto não formal, as professoras não referem o problema de cumprimento de uma planificação previamente definida. No entanto, neste contexto, as professoras depararam-se com a dificuldade da assiduidade dos alunos. Uma vez que a frequência do Clube de Ciências da Natureza obedece a regras menos rígidas, os alunos por vezes faltaram a algumas sessões, o que condicionou o desenvolvimento das tarefas apresentadas, que muitas vezes estão interligadas. Podemos concluir que, embora a implementação de tarefas autênticas tenha sido viável e exequível em contextos formais e não formais de ensino, existiram condicionantes inerentes à natureza desses mesmos contextos.

A dificuldade de implementação das tarefas autênticas relativa ao fator tempo foi sentida por todas as professoras participantes. As tarefas autênticas, pela sua natureza investigativa, implicam flexibilidade na gestão do tempo. Embora se devam estabelecer tempos para a execução das tarefas, como afirmam Reeves et al. (2002) e Herrington (2006) e como aconteceu nos quatro

estudos de caso, também é importante que seja possível reajustar esses tempos às dinâmicas desenvolvidas por cada aluno e/ou por cada grupo, como se constatou nesta investigação. No sentido de minimizar esta dificuldade foi sugerido pelas professoras que as tarefas autênticas a serem implementadas em sala de aula sejam planificadas para o primeiro ou segundo período, para que se possa reajustar a planificação, caso seja necessário mais tempo para a execução das tarefas.

As professoras reportaram que as dificuldades sentidas pelos alunos relativamente às tarefas se prenderam essencialmente com os registos escritos. A capacidade que os alunos muitas vezes apresentam em exporem as suas ideias oralmente, não se traduziu ao nível dos registos escritos. No entanto, também foi reportado que, à medida que os alunos foram desenvolvendo as atividades, foram superando algumas dessas dificuldades. Tal foi evidente, por exemplo, no EC3, quando os registos são efetuados sob a forma de desenhos. Inicialmente verificou-se que os alunos elaboraram desenhos que reproduziam pouco, ou mal, a realidade observada, mas através da ação mediadora da professora, que os estimulou a observarem melhor e a compararem o que observavam com o que desenhavam, incentivando-os a redesenharem-nos com mais atenção, os alunos foram progressivamente melhorando esses desenhos. Fenton (2008) chama a atenção para o facto de os alunos que estão envolvidos na aprendizagem autêntica estarem motivados para ultrapassar desorientações ou frustrações iniciais, desde que a atividade esteja orientada para o que é efetivamente importante, como é visível no exemplo apresentado.

Do exposto podem retirar-se algumas conclusões, nomeadamente que o debate e a partilha de ideias entre alunos e professoras foi fundamental, já que dessa forma as professoras perceberam o que os alunos realmente tinham aprendido e quais eram as suas dúvidas, o que não teria sido possível com base apenas nos registos escritos, constatadas as dificuldades de expressão da maioria dos alunos. Por outro lado, pode concluir-se que a aposta no incentivo aos alunos, para reformularem o que escreveram ou desenharam, também se traduz numa melhoria progressiva dessas competências. Aliás, o desenvolvimento da capacidade de fazer registos, interpretar, criar múltiplas

representações e relacionar, por exemplo, são comprovadas pelas práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos, durante o desenvolvimento das atividades autênticas.

Relativamente às dificuldades sentidas pelos alunos no desenvolvimento das tarefas autênticas, e por isso complexas e abstratas, podemos concluir, a partir das entrevistas das professoras, que a forma como se apresentam os diferentes mediadores epistêmicos pode condicionar o desempenho dos alunos. Concretizando, a apresentação de cartas de planificação constituiu uma novidade para a maioria dos alunos. Este fator de novidade funcionou como elemento de motivação para alguns alunos e elemento de frustração inicial para outros. Ainda que as professoras participantes tenham tido o cuidado de explicar em que consistiam essas cartas de planificação, e apresentarem as primeiras cartas de planificação com alguns dos campos já preenchidos, alguns alunos mostraram muita dificuldade no seu preenchimento autónomo. São ferramentas de trabalho que mobilizam e promovem competências científicas nos alunos, o que faz com que tenham que ser exploradas com calma e com rigor, para que os alunos entendam quer a linguagem utilizada, quer os campos que devem preencher. É importante sublinhar que a maior relutância e dificuldade de preenchimento das cartas de planificação se verificou no preenchimento das primeiras cartas de planificação apresentadas, e nos campos em que os alunos tinham que justificar previsões, identificar variáveis e concluir, mas que essas dificuldades iniciais sentidas foram sendo progressivamente ultrapassadas, como foi possível verificar no preenchimento das cartas de planificação que se seguiram. Ainda referente às cartas de planificação é fundamental que as questões-problema fornecidas aos alunos sejam objetivas e claras, para que os alunos compreendam bem o problema real que estão a investigar e possam ir usando as pontes entre o concreto e o abstrato, oferecidas pelos mediadores epistêmicos.

Segundo as professoras participantes nesta investigação, os sensores constituíram mediadores epistêmicos úteis e apelativos para as crianças, que se mostraram muito curiosas sobre a forma como funcionavam e o que mediam. No entanto, as professoras reportaram que também estiveram associadas ao seu uso algumas dificuldades, nomeadamente no uso do MOC,

no EC3, em que os alunos sentiram dificuldades na observação pela ocular. Também o uso do sensor da condutividade, no EC4, levantou alguns problemas já que foi realizada uma abordagem ao conceito de condutividade, que era demasiado complexo para ser perspectivado em tão curto período de tempo.

De seguida serão apresentadas as conclusões relativas aos desafios relatados pelas professoras participantes neste estudo, no que concerne às categorias tarefa, avaliação das aprendizagens e tempo.

A primeira conclusão que podemos retirar, pela análise das entrevistas realizadas, e em relação à categoria tarefa, no âmbito da dimensão desafios, é que as tarefas autênticas constituíram estratégias de ensino e aprendizagem motivadoras e eficazes para os alunos, pelo seu carácter inovador, por atribuírem ao aluno o papel principal e ativo na investigação que visa dar resposta a problemas reais que se interligam com o quotidiano dos alunos (Lombardi, 2007). Para além disso, as tarefas autênticas apresentadas aos alunos tiveram por referência o trabalho desenvolvido pelos cientistas (Chinn & Malhotra, 2002), resultando no envolvimento dos alunos e no desenvolvimento de práticas epistémicas (Lopes et al., 2012).

A análise sensorial aliada à análise realizada com os sensores, que caracterizou muitas das tarefas autênticas atribuídas aos alunos, permitiu o estudo de diferentes parâmetros ambientais, comparando dados sensoriais e dados fornecidos pelos sensores. O apelo ao uso dos sentidos para caracterizar diferentes locais da sala de aula, em relação à luz e temperatura (EC1), para caracterizar diferentes amostras de água quanto à cor, cheiro e turvação (EC2), para perceber que as células são os constituintes dos seres vivos (EC3), e para caracterizar amostras de água relativamente à intensidade de sabor salgado (EC4), constituiu um desafio interessante para as professoras, já que tiveram que orientar os alunos para a importância do uso dos sentidos com rigor. Para os alunos, a análise sensorial dos diferentes parâmetros ambientais constituiu igualmente um desafio, já que não era um procedimento habitual para a maioria.

Foi ainda reportado pelas professoras, que o uso dos sensores implicou desafios para as professoras e para os alunos: para as professoras, no sentido em que tiveram que perceber previamente como funcionavam, o que mediam, como seriam apresentados aos alunos, e para os alunos, uma vez que eram instrumentos novos para eles, que implicavam cuidados e rigor na sua utilização. As tarefas autênticas, com o recurso aos sentidos, sensores e mediação do professor, despertam o sentido de curiosidade nas crianças que se mostraram interessadas em esclarecer dúvidas, formular questões e fazer sugestões.

Podemos também concluir que as tarefas autênticas constituíram estratégias relevantes para a melhoria da prática profissional das professoras, já que, implicaram o aprofundamento científico relativamente aos conteúdos a serem trabalhados e ainda reflexão sobre as suas práticas e mediação de forma a dar resposta às dúvidas e sugestões levantadas pelos alunos.

Relativamente à categoria de análise “avaliação das aprendizagens”, verifica-se uma dualidade de opiniões por parte das professoras participantes. As professoras consideram que o facto de os alunos saberem que não vão ser avaliados formalmente, por um lado, permite que estes estejam mais à vontade para partilharem ideias, sem terem medo de errar, mas por outro lado, pode justificar o não envolvimento e o pouco empenho manifestado por alguns deles. No entanto, todas as professoras defendem que era necessário uma avaliação final das aprendizagens, com a aplicação dos conceitos trabalhados a novas situações e contextos, para se perceber quais os conteúdos e estratégias que necessitavam de ser mais trabalhados. Assim, ainda que nas tarefas autênticas a avaliação não deva ser somente sumativa, devendo haver também uma avaliação da evolução demonstrada ao longo do processo, o que aconteceu nos quatro estudos de caso, em que as professoras participantes foram avaliando formativamente a evolução dos seus alunos, é notória a necessidade de se proceder a uma avaliação sumativa no final do desenvolvimento das tarefas, como defendem Reeves, et al. (2002) e Herrington (2006).

Por último, serão formuladas as conclusões relativas às opiniões das professoras sobre o desafio que constitui o fator tempo no desenvolvimento das tarefas autênticas. Em primeiro lugar importa constatar que as tarefas

autênticas implicam tempo para a sua eficaz e completa implementação, já que as características inerentes às tarefas autênticas, das quais se destaca o colocar os alunos como principais agentes das atividades, necessita que estes disponham de tempo para se organizarem, pensarem, refletirem e executarem os procedimentos experimentais com rigor. Tendo isto em consideração a planificação deste tipo de tarefas deve ser feita de forma a existir flexibilidade temporal na implementação dessas mesmas tarefas, podendo-se atribuir aos alunos mais ou menos sessões e tempo dedicado às tarefas. A planificação das tarefas autênticas para o primeiro ou segundo período escolar pode ser uma forma de ultrapassar as condicionantes relativas ao tempo, já que haverá mais possibilidades de reajustar as planificações. Havendo maior flexibilidade na gestão do tempo poderão planificar-se sessões posteriores à implementação das tarefas autênticas, para que dessa forma os alunos possam reinventar novas maneiras de trabalhar e aplicar os conceitos trabalhados.

Tendo em conta o referido na secção anterior, sistematizam-se de seguida as principais conclusões que podemos retirar deste trabalho de investigação:

- O uso dos sentidos e a posterior utilização e manuseamento dos sensores constituíram-se como estratégias importantes no desenvolvimento de atividades autênticas.
 - A informação sensorial concreta apoiou a significação de conceitos.
 - O uso de sensores eletrónicos possibilitou a exploração da realidade não visível, como a visualização de células através do MOC e microscópio digital, bem como o estudo de grandezas como a luminosidade, temperatura, turvação e condutividade.
 - Os sentidos e os sensores são ferramentas muito úteis para caracterizar parâmetros ambientais e permitiram o desenvolvimento de práticas epistémicas como a análise e interpretação de dados, e de muitas outras competências como a autonomia, o sentido de responsabilidade, a cooperação.
 - As tarefas autênticas, com o recurso aos sentidos e sensores, mediadas pelas professoras, favoreceram o desenvolvimento de práticas

epistêmicas e do pensamento abstrato nas crianças, resultando em atividades e aprendizagens autênticas.

- Com o apoio de ações mediadoras – como colocar a tarefa como desafio, encorajar o envolvimento dos alunos, tornar presente informação anterior, reformular a tarefa, valorizar as práticas epistêmicas dos alunos (questionando, discutindo as respostas obtidas, mediando e incentivando a retirada de conclusões), sistematizar informações relevantes, introduzir mediadores epistêmicos (fornecendo os materiais necessários à realização das tarefas, como por exemplo as cartas de planificação, os sensores...), e avaliar as aprendizagens e os processos de forma sistemática – os alunos foram capazes de realizar aprendizagens autênticas, desenvolvendo atividades autênticas que incluíram práticas epistêmicas, adquirindo novos conhecimentos, integrando e mobilizando conhecimentos prévios e desenvolvendo o pensamento abstrato.

- As professoras foram unânimes na constatação de que as tarefas autênticas implicam tempo para a sua eficaz e completa implementação.

- O desenho e implementação de tarefas autênticas constituíram estratégias relevantes para a melhoria da prática profissional das professoras, já que implicam: o aprofundamento científico relativamente aos conteúdos a serem trabalhados; e a reflexão sobre as suas práticas e mediação.

Pelo exposto, pode considerar-se que foram cumpridos os objetivos de identificação de boas práticas docentes no campo das aprendizagens autênticas, bem como de reconhecimento de práticas epistêmicas realizadas pelos alunos em contextos de atividades e aprendizagens autênticas. Foi também cumprido o objetivo de identificação da importância da articulação dos sentidos e dos sensores na caracterização de variáveis ambientais com significação de conceitos abstratos. Foi ainda possível identificar dificuldades e desafios sentidos pelos professores na implementação de tarefas autênticas de Ciências da Natureza no 2.º CEB.

6.2. Contributos do estudo

O trabalho desenvolvido nesta investigação baseou-se na constatação da necessidade de promover e apoiar o desenvolvimento de aprendizagens e atividades autênticas nas Ciências da Natureza no 2.º CEB. O investimento no ensino experimental das ciências por parte do MEC tem diminuído nos últimos três anos, e o interesse pela ciência revelado pelos jovens portugueses é ainda inferior ao que se verifica em muitos países da Europa (Special Eurobarometer 340, 2010), pelo que é necessário investir no ensino das ciências.

O trabalho desenvolvido nesta investigação contribui com novo conhecimento teórico e prático, incluindo exemplos de boas práticas, estratégias e recursos para o desenvolvimento de um ensino das ciências voltado para a resolução de problemas em contextos próximos da realidade, em que o aluno assume o papel principal nas atividades resultantes das tarefas autênticas solicitadas, desenvolvendo práticas epistémicas e o pensamento abstrato.

Esta investigação contribui também para a divulgação do que é a aprendizagem autêntica e da importância das tarefas autênticas para que as atividades e as aprendizagens autênticas sejam possíveis, expondo as vantagens da sua abordagem nas Ciências da Natureza do 2.º CEB. Em Portugal são poucos os trabalhos de investigação desenvolvidos sobre a temática das aprendizagens autênticas, constituindo este estudo um contributo importante para o aprofundamento do tema.

Simultaneamente, este trabalho acrescenta conhecimentos no âmbito de trabalhos já desenvolvidos por outros investigadores (Silva, Lopes & Barbot, 2013; Silva, Lopes & Silva. 2013), relativos ao uso dos sentidos e dos sensores no desenvolvimento do pensamento abstrato nas crianças.

Os resultados obtidos nesta investigação, em que são evidentes as práticas de construção de conhecimento científico desenvolvidas pelos alunos, apontam claramente para a mais-valia em apostar numa abordagem de aprendizagem autêntica, como estratégia de ensino das Ciências da Natureza no 2º Ciclo do Ensino Básico. Desta forma, considera-se que este estudo

constitui um contributo tanto para a formação inicial de professores como para a formação contínua de professores.

No que concerne à formação inicial de professores, e pelos dados obtidos no estudo exploratório realizado com alunos dos cursos de mestrado em Ensino do 1.º e 2.º Ciclo do Ensino Básico e em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1º Ciclo do Ensino Básico, da ESEIPP, constatou-se que a abordagem realizada sobre aprendizagem e tarefas autênticas foi bem apreendida pelos alunos que se mostraram capazes de responder aos desafios lançados, nomeadamente ao desenvolverem um conjunto de tarefas autênticas fornecidas pela investigadora e ao conceptualizarem novas tarefas autênticas. Estes dados permitem concluir que a abordagem da aprendizagem autêntica na formação inicial de professores pode constituir uma boa estratégia para que possam desenvolver essa estratégia de ensino com os seus futuros alunos, promovendo o ensino experimental das ciências. Ao se integrar esta temática na formação inicial de professores haverá tempo para a maturação desta abordagem de ensino.

Relativamente à formação contínua de professores podemos esperar que seria grande a receptividade da formação na área das aprendizagens autênticas pelos professores, já que potencia os conhecimentos e experiências que já possuem enquanto professores de Ciências da Natureza, complementando e atualizando esses conhecimentos, e introduzindo estratégias de ensino motivadoras para o ensino e a aprendizagem dos alunos, como, por exemplo, a aposta nas análises sensoriais e com sensores para a caracterização de parâmetros ambientais. O objetivo central desta formação contínua seria dotar os professores com novas estratégias e ferramentas, para que os alunos possam desenvolver competências científicas.

6.3. Limitações do estudo e trabalho futuro

A principal limitação deste estudo relaciona-se com o fator tempo, que se repercutiu de diferentes formas, em diferentes situações. A limitação temporal relacionada com o plano do programa de doutoramento concebido para três anos, aliada à situação profissional das professoras participantes, a quem não era garantida a continuidade pedagógica no ano letivo seguinte ao

da implementação das situações formativas, não sendo por isso assegurada a possibilidade de acompanhar os mesmos alunos futuramente, fez com que não se tivesse conseguido realizar um desejável acompanhamento a médio prazo dos alunos participantes. Este acompanhamento constituiria uma forma de perceber se os alunos tinham desenvolvido aprendizagens autênticas duradouras, visíveis a nível de outras disciplinas, apresentando melhores competências de mobilização de conhecimentos e de relação entre situações /fenómenos/conceitos naturais, quando colocados perante um problema da área de Ciências da Natureza mas num outro contexto disciplinar.

O fator tempo constituiu ainda uma limitação na implementação das situações formativas, nos quatro estudos de caso. Apesar das situações formativas terem sido desenhadas, tendo já o cuidado de definir bem quais as tarefas a implementar, e o tempo necessário para as desenvolver, constatou-se que a natureza das tarefas autênticas implica maior flexibilização do tempo para que os alunos possam ir desenvolvendo as tarefas com rigor, autonomia e profundidade de pensamento.

De referir porém que, apesar destas limitações sentidas no desenvolvimento do presente trabalho investigativo, no que concerne sobretudo, e como foi referido, ao fator tempo, essas não foram comprometedoras do valor dos dados recolhidos e da análise efetuada. O conjunto multimodal de dados recolhidos permite, ainda, posteriores análises em futuras investigações com novos problemas e novas questões de investigação.

Relativamente ao desenvolvimento de trabalhos futuros podemos referir que este trabalho de investigação lança oportunidades para futuras investigações na área das aprendizagens autênticas, nomeadamente:

a) Na implementação das tarefas autênticas propostas neste estudo, com outros alunos do 1.º CEB e 2.ºCEB. Eventualmente, poderá realizar-se um estudo complementar que permita a triangulação dos resultados obtidos com os apresentados neste estudo;

b) No desenho de novas intervenções didáticas que se baseiem no princípio das aprendizagens autênticas, abordando outros temas do programa de Ciências da Natureza do 2.ºCEB;

c) Na aplicação e avaliação das tarefas autênticas implementadas neste estudo, a novos contextos de ensino, nomeadamente, na prática pedagógica da formação inicial de professores;

d) Na abordagem da genética com alunos do 1.º e 2.º CEB, numa perspetiva de aprendizagens autênticas.

Para terminar, gostaria de frisar um aspeto, que me parece relevante, uma vez que mostra a aplicabilidade e interesse didático e científico deste estudo. A abordagem da genética com alunos do 1.º e 2.º CEB, numa perspetiva autêntica, referida acima, na alínea d), tinha sido já explorada no EC3, não tendo existido tempo para realizar uma exploração mais aprofundada deste tema. No entanto, é de salientar que está já em desenvolvimento um trabalho de investigação nesta área, pela professora participante do EC3, no âmbito do projeto de doutoramento que frequenta. É assim visível que este trabalho de investigação lança novos desafios e oportunidades para novas investigações na área das aprendizagens autênticas.

Referências

- Adey, P. (1999). *The Science of Thinking and Science for Thinking: a Description of Cognitive Acceleration through Science Education*. Geneva: International Bureau of Education.
- Afonso, M. (2008). *A educação científica no 1º CEB. Das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.
- Akçay, B. (2009). Problem-Based Learning in Science Education. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 26-36.
- Alexandre M. (coord.), Caamaño, A., Oñorbe, A., Pedrinaci, E., & Pro, A. (2003). *Ensenar ciências*. Barcelona: Editorial GRAÓ.
- ALL European Academies. (2012). A renewal of science education in Europe. Views and Actions of National Academies. Acedido a 6 de outubro de 2013 em <http://www.interacademies.net/File.aspx?id=21283>
- Almeida, A. M. (1998). Papel do trabalho experimental na educação em ciências. *Boletim Comunicar Ciência*, 1, 4-5.
- Almeida, L., & Freire, T. (2000). *Metodologias da investigação em psicologia e educação*. Braga: Psiquilíbrios.
- Almeida, A., Mateus, A., Veríssimo, A., Serra, J., Alves, J. M., Dourado, L., ... Ribeiro, R. (2001). *Ensino Experimental das Ciências: (Re)Pensar o Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação – Departamento do Ensino Secundário.
- Anderson, J., Reder, L., & Simon, H. (1996). Situated Learning and Education. *Educational Researcher*, 25(4), 5-11.
- Ausubel, D. P. (2000). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Baldaia, L. (2006). El cambio de las concepciones didácticos sobre las prácticas, en la enseñanza de la biología. *Didáctica de las Ciências Experimentales. Alambique*, 47, 23-29.
- Bardin, L. (1977). *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Belo, N., & Brandalise, M. (2011, Abril). *Processos de abstração no desenvolvimento do pensamento lógico-matemático: tecendo reflexões entre teorias e práticas*. Trabalho apresentado na XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática, Brasil.

- Birenbaum, M. (2003). New insights into learning and teaching and their implications for assessment. In M. Segers, F. Dochy, & E. Cascallar (Eds.), *Optimizing New Modes of Assessment: In Search of Qualities and Standards* (pp. 13-36). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (2013). *Investigação Qualitativa em Educação*. Porto: Porto Editora.
- Brites, R., Calado, A., Estêvão, P., Carvalho, J., & Conceição, H. (2011). *Estudo de avaliação e Acompanhamento dos Ensino Básico e Secundário: Relatório Final*. Lisboa: ISCTE.
- Brooks, J., & Brooks, M. (1993). *In search of understanding: the case for constructivist classrooms*. Alexandria, Va: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Brown, J., Collins, A., & Duguid, P. (1989) Situated Cognition and the Culture of Learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge M. P. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (2008). *Metodologia da Investigação – Guia para Auto-Aprendizagem* (2.^a ed). Lisboa: Universidade Aberta.
- Chin, C., & Chia, L. (2005). *Problem-Based Learning: Using Ill-Structured Problems in Biology Project Work*. Acedido a 28 de julho de 2013 em www.interscience.wiley.com
- Chinn, C. A., & Malhotra, B. A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175-218.
- Churchill, D. (2005). Learning objects: An interactive representation and a mediating tool in a learning activity. *Educational Media International*, 42(4), 333-349.
- Ciência Viva. (2014). *Programa*. Acedido a 6 de março de 2012 em <http://www.cienciaviva.pt/cienciaviva/programa/>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6.^a ed.). London: Routledge.
- Collins, A. (1988). *Cognitive apprenticeship and instructional technology* (Technical Report No. 6899). Cambridge, MA: BBN Labs, Inc.
- Comissão Europeia. (2013). «*Europa 2020*»: a estratégia europeia de crescimento. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia. Acedido a 20 de março de 2013 em <http://www.igfse.pt/upload/docs/2013/Europa2020futurosustentavel.pdf>

- Comunicação da Comissão Europeia. (2002). Ciências da Vida e Biotecnologia – Uma Estratégia para a Europa. *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*. Acedido a 12 de janeiro de 2012 em <http://europa.eu.int/scadplus/leg/pt/lvb/i23011.htm>
- Conselho Nacional da Educação. (2011). *Estado da Educação 2011 - A qualificação dos portugueses*. Editorial do Ministério da Educação e Ciência. Acedido a 6 de maio de 2012 em http://www.cnedu.pt/content/edicoes/estado_da_educacao/Estado_da_Educacao_2011.pdf
- Coutinho, C., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M., & Vieira, S. (2009). Investigação-acção: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Revista Psicologia, Educação e Cultura*, XIII(2), 355-379.
- Creswell, J., (2008). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. (3.^a ed.). New Jersey: Merrill Prentice Hall.
- Despacho nº 17169/2011 de 23 de dezembro. *Diário da República nº 245/201 – 2ª Série*. Ministério da Educação e Ciência. Lisboa. Acedido a 20 de janeiro de 2012 em http://www.gave.min-edu.pt/np3content/?newsId=31&fileName=Despacho_n__171692011_CNEB.pdf
- Direção-Geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular. (2006). *Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências*. Acedido a 14 de março de 2013 em www.dgidc.min-edu.pt/outrosprojetos/index.php?s=directorio&pid=93
- Dochy, F. (2001) A new assessment era: different needs, new challenges. *Research Dialogue in Learning and Instruction*, 10(1), 11-20.
- Dumas-Carré, A. & Weil-Barais, A. (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne: Peter Lang.
- Lei nº 46/86 - *Lei de Bases do Sistema Educativo*. I Série do Diário da República nº237. Acedido a 18 de fevereiro de 2013 em file:///C:/Documents%20and%20Settings/ESE/Os%20meus%20documentos/Downloads/L_46_86.pdf
- Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência. (2014). *Educação em Números – Portugal 2013*. Acedido a 6 de maio de 2014 em [http://www.dgeec.mec.pt/np4/96/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=145&fileName=EducacaoEmNumeros2013.pdf](http://www.dgeec.mec.pt/np4/96/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=145&fileName=EducacaoEmNumeros2013.pdf)
- Eberbach, C., & Crowley, K. (2009). From everyday to scientific observation: How children learn to observe the Biologist's World. *Review of Educational Research*, 79(1), 39-68.

- Eurobarometer 55.2. (2001). *Europeans, Science and Technology*. European Commission. Directorate-General for Research. Acedido a 10 de janeiro de 2012 em <http://ec.europa.eu/research/press/2001/pr0612en-report.pdf>
- European Commission. (2002). Science and Society Action Plan. *Office for Official Publications of the European Communities*.
- Evans-Cowley, J. (2010). Planning in the Real-Time City: The Future of Mobile Technology. *Journal of Planning Literature*, 25(2), 136-149.
- Fenton, M. (2008). Authentic learning using mobile sensor technology with reflections on the state of science education in New Zealand. Acedido em 10 de janeiro de 2014 em <http://www.nexusresearchgroup.com/downloads/eLearning-eFellow-Report.pdf>
- Figueiredo, A. (2005). Learning Contexts: a Blueprint for Research. *Interactive Educacional Multimedia*, 11, 127-139.
- Figueiredo, A., & Afonso, A. (2005). Context and Learning: A Philosophical Framework. In A. Figueiredo, & A. Afonso (Eds), *Managing Learning in Virtual Settings: The Role of Context* (pp. 1-22). Hershey: Information Science Publishing.
- Freitas, M. T. (2000). As apropriações do pensamento de Vygotsky no Brasil: um tema em debate. *Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Psicologia da Educação*, 10, 9-28.
- French, G. (2007). Children's early learning and development. Investigação encomendada pelo National Council for Curriculum and Assessment (NCCA), Dublin.
- Galvão, C., Reis, P., Freire, S., & Almeida, P. (2011). Enhancing the Popularity and the Relevance of Science Teaching in Portuguese Science Class. *Research in Science Education*, 41(5), 651-666.
- Garrido, D., & Costa, R. (1996). *Dicionário Breve de Geografia*. Lisboa: Editorial Presença.
- Gatlin, L., & Edwards R. (2007). Promoting Authentic Learning through a Peaceful and Positive Perspective. *Journal of Authentic Learning*, 4, 1-8.
- GAVE – Gabinete de Avaliação Educacional. Ministério da Educação e Ciência. (2010). *PISA 2009 – Competências dos alunos portugueses*. Acedido a 2 de novembro de 2012 em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/402.html>
- GAVE – Gabinete de Avaliação Educacional. Ministério da Educação e Ciência. (2014). *O PISA*. Acedido a 3 de novembro de 2012 em <http://www.gave.min-edu.pt/np3/157.html>

- Gil, A. (1999). Métodos e técnicas de pesquisa social (5.^a ed.). São Paulo: Atlas.
- Grilo, L. (2001). O DNA. In A. Videira (Coord.), *Engenharia Genética – Princípios e Aplicações* (pp. 3-14). Lisboa: Lidel, edições técnicas.
- Goldstone, R., & Son, J. (2005). The Transfer of Scientific Principles Using Concrete and Idealized Simulations. *Journal of Learning Sciences*, 14(1), 69-110.
- Gonçalves, L. (2012). *Ensino experimental da biodiversidade e da temperatura nas poças de maré: Uma proposta pedagógica para o 4º ano de escolaridade*. Relatório de Projeto de Mestrado, Escola Superior de Educação do Porto, Portugal.
- Gulikers, J., Bastiaens, T., & Kirschner, P. (2004). A five-dimensional framework for authentic assessment. *Educational Technology Research and Development*, 52(3), 67-85.
- Gulikers, J. T., Bastiaens, T. J., & Kirschner, P. A. (2006). Authentic assessment, student and teacher perceptions: the practical value of the five dimensional-framework. *Journal of Vocational Education and Training*, 58, 337-357.
- Harms, U. (2002, Maio). Biotechnology education in schools. *Electronic Journal of Biotechnology*. Acedido a 30 de maio de 2014, em <http://www.ejbiotechnology.info/content/vol5/issue3/teaching/01/index.html>
- Hart, P. (2006). *How should colleges prepare students to succeed in today's global economy?* Acedido a 10 de janeiro de 2012 em <http://www.aacu.org/advocacy/leap/documents/Re8097abcombined.pdf>
- Henning, P. (2004). Everyday cognition and situated learning. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 143-168). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Herrington, J. (2006). Authentic e-learning in higher education: Design principles for authentic learning environments and tasks. Paper apresentado na Conferência Mundial E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Wollongong.
- Herrington, J., & Kervin, L. (2007). Authentic learning supported by technology: Ten suggestions and cases of integration in classrooms. *Educational Media International*, 44(3), 219-236.
- Hilton, M. (2010). *Exploring the Intersection of Science Education and 21st Century Skills: A workshop summary*. Washington, D.C.: The National Research Council The National Academies Press.

- Hodson, D. (2009). *Teaching and Learning about Science: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values*. Boston: SensePublishers.
- Hofstein A., & Lunetta V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty – First Century. *Science Education*, 88, 29-50.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The Meaning of Scientific Literacy. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4(3), 275-288.
- Instituto Nacional de Estatística. (2009). *Inquérito à Utilização de Tecnologias da Informação e da Comunicação pelas Famílias: 2005 a 2008*. Acedido a 12 de fevereiro de 2012 em <http://www.ine.pt>
- Instituto Nacional de Estatística. (2012). *Inquérito à Utilização de Tecnologias da Informação e da Comunicação pelas Famílias: 2012*. Acedido a 12 de dezembro de 2012 em <http://www.ine.pt>
- Jorge, M. (2005). *Formação Contínua em Ciências de Professores do Primeiro Ciclo do Ensino Básico: do seu sentido inovador a práticas lectivas renovadas*. Tese de Doutoramento, Universidade de Trás-os-Montes e alto Douro, Portugal.
- Kaminski, J. A., Sloutsky, V. M., & Heckler, A. F. (2008). Learning theory: The advantage of abstract examples in learning math. *Science*, 320(5875), 454-455.
- Kanjo, E., Benford, S., Paxton, M., Chamberlain, A., Fraser, D.S., Woodgate, ... Woolard, A. (2008). MobGeoSen: facilitating personal geosensor data collection and visualization using mobile phones. *Personal and Ubiquitous Computing*, 12(8), 599-607.
- Kendle, A., & Northcote, M. (2001). Online assessment criteria in action: Task design in contrasting tertiary education contexts. In P. Kommers, & G. Richards (Eds), *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2001* (pp. 920-924). Norfolk, VA: AACE.
- Knobloch, N. A. (2003). Is experiential learning authentic? *Journal of Agricultural Education*, 44(4), 22-34.
- Krippendorff, K. (2013). *Content Analysis – An Introduction to its Methodology* (3.^a ed.). Newbury Park, CA: SAGE Publications, Inc.
- Kuhn, T. (1996). *The structure of scientific revolutions* (3.^a ed.). Chicago: The University of Chicago Press. Acedido a 4 de março de 2012 em <http://gge.unb.ca/Resources/HowDoesGPSWork.html>
- Levin, B. B. (2002). *Energizing teacher education and professional development with problem-based learning*. Acedido a 8 de agosto de 2012 em <http://www.ascd.org/readingroom/books/levin01book.html>

- Logdson, A. (2014). *What is abstract reasoning?* Acedido a 4 de junho de 2014 em <http://learningdisabilities.about.com/od/glossar1/g/abstractreason.htm>
- Lombardi, M. M. (2007). Authentic learning for the 21st century: An overview. *Educause learning initiative*, 1(2007), 1-12.
- Lopes, B. J. (2004). *Aprender e Ensinar Física*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Lopes, B. J., Cravino, J. P., Silva, A. A., Tavares, A., Cunha, A. E., Pinto, A., ... Branco, J. (2009). Como promover práticas epistémicas na sala de aula – Ferramenta de ajuda à mediação (5 de 5). Acedido a 25 de janeiro de 2013 em <http://home.utad.pt/~idf/mediacao/ferramentaepistemicas.pdf>
- Lopes, B. J., Silva, A. A., Cravino, J. P., Viegas, C., Cunha, A. E., Saraiva, E., ... Santos, C. A. (2010). *Investigação sobre a Mediação de professores de Ciências Físicas em sala de aula*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Lopes, B. J., Silva, A. A., Cravino, J. P., Viegas, C., Cunha, A. E., Saraiva, E., ... Santos, C. A. (2012). Instrumentos de ajuda à mediação do professor para promover a aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento profissional dos professores. *Sensos*, 2(1), 125-171.
- Lopes, J. B., Silva, A. A., Cravino, J. P., Santos, C. A., Cunha, A., Pinto, A., ... Branco, M. J. (2014). Constructing and Using Multimodal Narratives to Research in Science Education: Contributions Based on Practical Classroom. *Research in Science Education*, 44(3), 415 – 438.
- Magnani, L. (2004). Reasoning though doing. Epistemic mediators in scientific discovery. *Journal of Applied Logic*, 2(4), 439 – 450.
- Maina, F. W. (2004). Authentic learning: Perspectives from contemporary educators. *Journal of Authentic Learning*, 1(1), 1-8.
- Martín, E., & Solé, I. (2004). A aprendizagem significativa e a teoria da assimilação. In C. Coll, A. Marchesi, & J. Palácios, *Desenvolvimento Psicológico e Educação: Psicologia da educação escolar* (2.^a ed.). Porto Alegre: Artmed.
- Martins, I., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A., Martins, M., ... Mendes, M. (2007). *Análise de dados – Texto de Apoio para os Professores do 1ºciclo*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Martins, I., Vieira, C., Vieira, R., Sá, P., Rodrigues, A., Teixeira, F., ... Neves, C. (2012). *Avaliação do Impacto do Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências: Um estudo de âmbito nacional. Relatório Final*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência, Direção-Geral da Educação.

- Mason, J., & Davies, K. (2009). Coming to our senses? A critical approach to sensory methodology. *Qualitative Research*, 9(5), 587-603.
- Millar, R., & Osborne, J. (Eds.) (2007). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London, School of Education.
- Mims, C. (2003). Authentic learning: A practical introduction & guide for implementation. *Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal*, 6(1), 1-3.
- Ministério da Educação. (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências essenciais*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Ministério da Educação. (2009). Declaração de Lisboa. Acedido a 23 de janeiro de 2013 em http://www.dges.mctes.pt/NR/rdonlyres/E687BA6C-691D-4B65-B0BE-0D85654373F6/4456/Declaracao_de_Lisboa_PT1.pdf
- Ministério da Educação. (2010). *Metas de aprendizagem*. Acedido a 3 de maio de 2012 em <http://metasdeaprendizagem.dge.mec.pt/ensino-basico/metas-de-aprendizagem/>
- Ministério da Educação e Ciência – Direção Geral da Educação. (2012). *Programa de Ciências Naturais do Ensino Básico, 2º ciclo*. Acedido a 20 de novembro de 2012 em <http://dge.mec.pt/metascurriculares/index.php?s=directorio&pid=22>
- Ministério da Educação e Ciência – Direção Geral da Educação. (2013). *Metas curriculares – Ensino Básico: Ciências Naturais*. Acedido a 17 de julho de 2013 em <http://dge.mec.pt/metascurriculares/index.php?s=directorio&pid=2>
- Ministério da Educação e Ciência. (2014a). *PISA 2012, Portugal - Primeiros resultados*. Acedido a 4 de fevereiro de 2014 em [http://www.projavi.mec.pt/np4/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=64&fileName=PISA2012_PrimeirosResultados_PORTUGAL.pdf](http://www.projavi.mec.pt/np4/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=64&fileName=PISA2012_PrimeirosResultados_PORTUGAL.pdf)
- Ministério da Educação e Ciência. (2014b). *Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências*. Acedido a 27 de março de 2014 em <http://www.dgidc.min-edu.pt/outrosprojetos/index.php?s=directorio&pid=93#>
- Minogue, J., & Jones, M. (2006). Haptics in Education: An Untapped Sensory Modality. *Review of Educational Research*, 76 (3), 317-346.
- Mintzes, J., Wandersu, J., & Novak, J. (2000). *Ensinando ciência para a compreensão. Uma visão construtivista*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- Moreira, Y. (2006). *Começar... – Ciências Físico-Químicas no Primeiro Ciclo*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra, Portugal.
- Murphy, C. (2003). Literature Review in primary science and ICT. NESTA Futurelab series report 5. Acedido a 21 de agosto de 2013 de

http://www.futurelab.org.uk/resources/documents/lit_reviews/Primary_Science_Review.pdf

National Centre for Biotechnology Education. (2014). University of Reading. Acedido a 30 de maio 30 de 2014 em www.ncbe.reading.ac.uk

National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: The National Academies Press.

Neves, R., & Damiani, M. (2006). Vygotsky e as teorias da aprendizagem. *UNI Revista*, 1 (2), 1-10.

Organização das Nações Unidas. (2010). *Relatório sobre os Objectivos de Desenvolvimento do Milénio 2010*. Acedido a 7 de janeiro de 2012 em http://www.unric.org/html/portuguese/pdf/2010/Relatorio_ODM_2010.pdf

Organização para o Desenvolvimento e Cooperação Económico (OCDE). (2009). *Relatório PISA 2009 Results*. Acedido a 5 de julho 5 de 2012 em http://www.oecd.org/document/61/0,3746,en_32252351_32235731_46567613_1_1_1_1,00.html

Organização para o Desenvolvimento e Cooperação Económico (OCDE). (2010). *Education at a Glance 2010 - OECD Indicators*. Acedido a 9 de junho de 2013 em <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/45926093.pdf>

Organização para o Desenvolvimento e Cooperação Económico (OCDE). (2013). *PISA 2015 - Draft Science Framework*. Acedido a 10 de fevereiro de 2014 em <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>

Ormrod, J. E. (2000). *Educational psychology: Developing learners*. Upper Saddle River, NJ: Merrill.

Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical Reflections*. Acedido a 12 de julho de 2013 em http://efepereth.wdfiles.com/local--files/science-education/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf

Peixoto, A. (2008). *A Criança e o conhecimento do mundo: actividades laboratoriais em ciências físicas*. Penafiel: Ed. Novembro

Pereira, M. (Coord.) (1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.

Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. New York: Basic Books.

- Pires, D. (2002). *Práticas pedagógicas inovadoras em educação científica – Estudo no 1º ciclo do Ensino Básico*. Tese de doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Portugal.
- Ponte, J. (2006). Estudos de caso em educação matemática. *Bolema*, 25, 105-132.
- Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Editorial Síntesis
- Quintana, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Krajcik, J., Fretz, E., Duncan, R. G., ... Soloway, E. (2004). A scaffolding design framework for software to support science inquiry. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(3), 337-386.
- Reeves, T. C., Herrington, J., & Oliver, R. (2002). *Authentic activities and online learning*. Acedido a 12 de dezembro de 2012 em <http://elrond.scam.ecu.edu.au/oliver/2002/Reeves.pdf>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Acedido a 2 de outubro de 2013 em http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf
- Rogers, Y., Price, S., Randell, C., Stanton – Fraser, D., Weal, M., & Fitzpatrick, G. (2005). Ubi-learning: Integrating Outdoor and Indoor Learning Experiences. *Communications of the ACM*, 48(1), 55 – 59.
- Rule, A. C. (2006). Editorial: The Components of Authentic Learning. *Journal of Authentic Learning*, 3(1), 1-10.
- Sá, J. (2002). *Renovar as práticas no 1º Ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.
- Sá, J., & Varela, P. (2004). *Crianças Aprendem a Pensar Ciências: uma abordagem interdisciplinar*. Porto: Porto Editora.
- Salles, C. (2012). *A aprendizagem significativa e as novas tecnologias na educação à distância*. Dissertação mestrado, Universidade FUMEC – FACE, Brasil.
- Saraiva, E., Lopes, J. B., Cravino, J. P., & Santos, C. A. (2012). How do teachers of physical sciences with different professional experiences use visual representations with epistemic functions in the classroom. *Problems of Education in the 21st Century*, 42, 97-114.
- Schale, K., & Willis, S. (1999). Theories of everyday competence. In V. Bengtson, & K. Schale (Eds), *Handbook of theories of aging* (pp.174-195). New York: Springer.

- Segers, M., Dochy, F., & Cascallar, E. (2003). The era of assessment engineering: Changing perspectives on teaching and learning and the role of new model of assessment. In M. Segers, F. Dochy, & E. Cascallar (Eds.) *Optimising new modes of assessment: In search of qualities and standards*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Silva, M. J. (2012). *SOS Abstract: Using Sensors and Senses in the Environment to Develop Abstract Thinking*. Porto: INED, IPP.
- Silva, M. J., Lopes, J. B., & Barbot, A. (2013). Utilização de Sensores e dos Sentidos Humanos no Apoio à Transição do Concreto para o Abstrato. *Enseñanza de las Ciencias*, extra, 280 - 285.
- Silva, M. J., Lopes, J. B., & Silva, A. A. (2013). Using senses and sensors in the environment to develop abstract thinking – a theoretical and instrumental framework. *Problems of Education in the 21st century*, 53, 99-119.
- Silva, M. J., Aboim, S., Pinto, A., Teixeira, S., & Pereira, M. T. (2013). Sondar e Sentir o Ambiente para Desenvolver o Pensamento Abstrato: Avaliação das Potencialidades de Sensores Eletrónicos. Trabalho apresentado no XV Simpósio Internacional de Informática Educativa, in: *Atas do XV Simpósio Internacional de Informática Educativa (SIIE2013)*, Viseu.
- Silva, M. J., Aboim, S., Costa, A., Marques, T., & Pinto, A. (2014). Sensing the Environment with Human Senses and Electronic Sensors in Teachers Education. Trabalho apresentado no International Congress on Environmental Health, in: *Proceedings of the International Congress on Environmental Health*, Porto.
- Sousa, M. G. (2012). *Ensino Experimental das Ciências e Literacia Científica dos alunos - Um estudo no 1º Ciclo do Ensino Básico*. Dissertação de mestrado, Escola Superior de Educação de Bragança, Portugal.
- Special Eurobarometer 340 (2010). *Science and Technology Report*. Acedido a 10 de março de 2012 em http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_340_en.pdf
- Teixeira, S. (2012). *Uma abordagem experimental à complexidade do conceito de ser vivo com alunos do 2.º ano de escolaridade*. Relatório de Projeto de Mestrado, Escola Superior de Educação do Porto, Portugal.
- Theune J., Manaia, A., Gebhardt, P., Loreenzi, R., & Haury, M. (2009). Introducing Modern Science into Schools. *Science Education*, 325, 1077-1078.
- Thouin, M. (2004). *Ensinar as Ciências e a Tecnologia nos ensinios pré-escolar e básico 1.ºciclo*. Lisboa: Instituto Piaget, Horizontes pedagógicos.
- Tomlinson, C., & Allan, S. (2006). *Liderar projectos de diferenciação pedagógica*. Porto. Edições Asa.

- Tuckman, B. (2001). *Manual de Investigação em Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- UNESCO. (1983). *Algorithms for computation of fundamental properties of seawater*. Acedido a 5 de agosto de 2013 em <http://unesdoc.unesco.org/images/0005/000598/059832eb.pdf>
- UNESCO. (1999). *Ciência para o século XXI – Um novo compromisso*. Lisboa: Comissão Nacional da UNESCO.
- UNESCO. (2003). *Ciência para o século XXI – Uma nova visão e uma base de ação* (3.^a ed.). Acedido a 30 maio de 2013 em <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001315/131550por.pdf>
- Veiga, M. L. (2003). *Formar para a Educação em Ciências na Educação pré – escolar e no 1º Ciclo do ensino básico*. Coimbra: Instituto Politécnico de Coimbra.
- Veríssimo, A., & Ribeiro, R. (2001). Educação em Ciências, Cultura e Cidadania. In A. Veríssimo, A. Pedrosa, & R. Ribeiro (Coord.) *Ensino Experimental das Ciências. (Re)pensar o ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundário.
- Wenger, E. (2006). *Communities of practice*. Acedido em setembro 5, 2013, em www.ewenger.com/theory/
- Woodyer, T. (2008). The body as research tool: embodied practice and children's geographies. *Children's Geographies*, 6(4), 349-362.
- Woolfolk, A. (2001). *Educational psychology* (8.^a ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Worth, K. (2010). *Science in early childhood classrooms: Content and process*. Trabalho apresentado no STEM in Early Education and Development Conference, Cedar Falls, IA.

APÊNDICES

Sementes: Germinação e Crescimento Atividade Prática



Questão-problema:

Como são constituídas as sementes?



Antes da experimentação

1. Regista as tuas ideias no quadro que se segue:

Como pensas que é constituída uma semente?

Experimentação

Material: Feijões demolhados, palito, lupa de mão; lupa binocular.

Procedimento:

- 1- Com o palito retira a casca (tegumento) do feijão.
- 2- Observa a parte interna da semente (amêndoa) e verifica quantas partes (cotilédones) a constituem, separando-as com cuidado.
- 3- Com muito cuidado separa o embrião dos cotilédones.
- 4- Identifica qual a parte da semente que dará origem à nova planta (embrião).
- 5- Observa o embrião primeiro à vista desarmada, depois com a lupa de mão e por fim com a lupa binocular e identifica as partes constituintes: radícula, caulículo e as gémulas.
- 6- Faz os desenhos e as respetivas legendas:

A olho desarmado	Lupa de mão	Lupa binocular Ampliação:

A pós a experimentação

Verificámos que...

Externamente, a semente, é constituída pelo _____ que tem como função _____

Internamente, observam-se: _____

Resposta à questão-problema e conclusão:

Nome: _____ Ano/Turma: _____ Data: __/__/__

APÊNDICE B

Escola EB 2/3 de Perafita

Ano letivo 2012/2013

Nome: _____ N.º: _____ Turma: _____

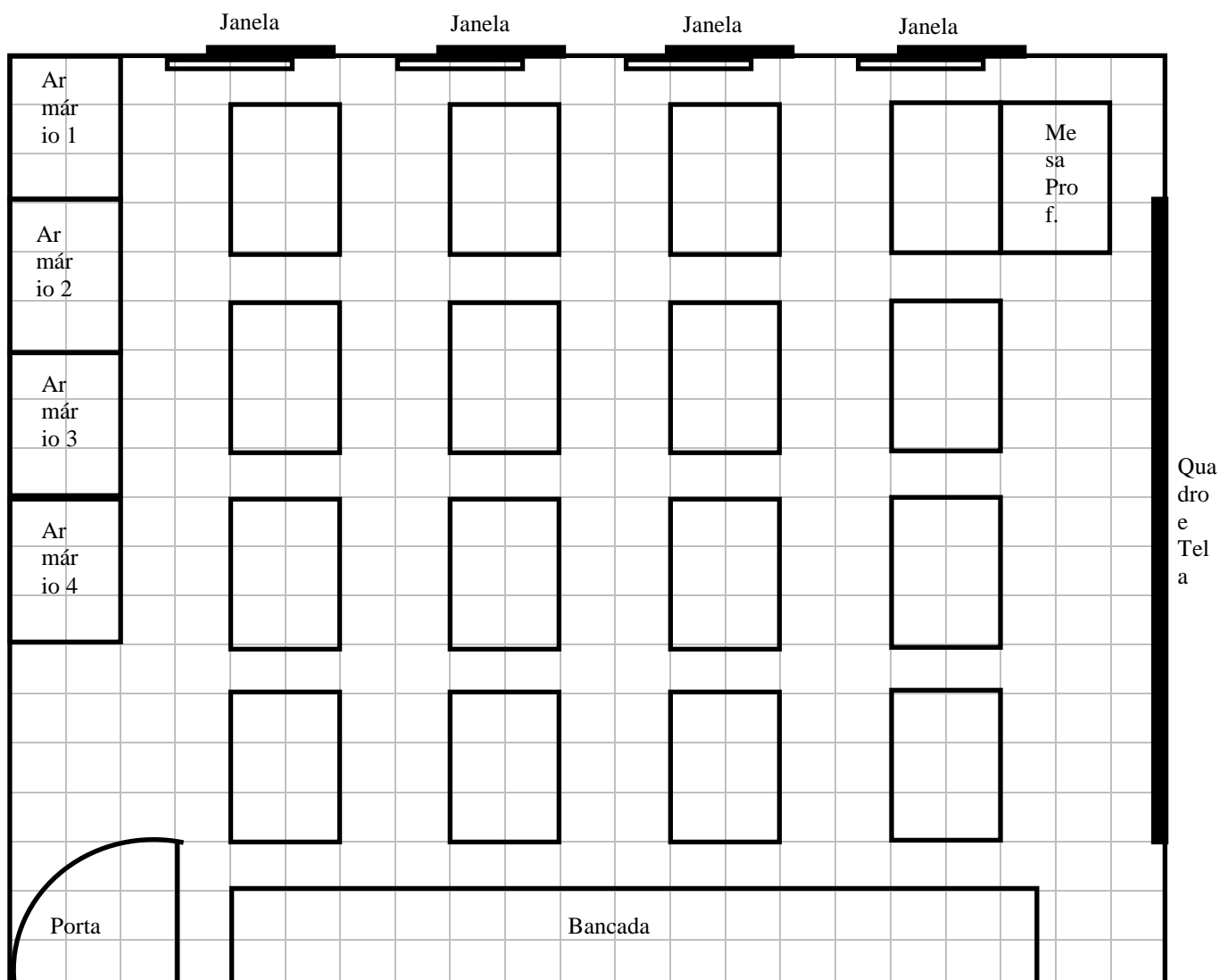
FICHA DE TRABALHO Nº1: EXPLORANDO OS SENSORES DE LUMINOSIDADE E TEMPERATURA – O QUE ME DIZEM OS SENTIDOS?

1 – Observa o espaço da sala de aula:

1.1 – O que veem os teus olhos? A intensidade da luz é igual em todos os espaços da sala? E dentro do armário?

a) Descreve o que veem os teus olhos:

b) Utiliza uma escala de cinzas para registares na planta da sala os espaços que consideras terem mais luz (a branco) e menos luz (cinzas a preto).



c) Com o sensor de luminosidade explora a intensidade da luz nos diferentes locais da sala, incluindo dentro do armário.

d) Regista os locais onde se registou o valor máximo e mínimo de luminosidade e identifica-os na planta.

Valor máximo: ____ lux – Local: _____

Valor mínimo: ____ lux – Local: _____

e) Analisa o gráfico produzido pelo sensor de luminosidade e compara os valores obtidos com as previsões que fizeste.

Conclusão:

1.2 – O que diz a tua pele? Qual a temperatura da sala de aula? Será igual em todos os locais da sala? E dentro do armário? E dentro do frigorífico?

a) A minha estimativa da temperatura:

- na sala: ____ °C - no armário: ____ °C - no frigorífico: ____ °C

b) Descreve o que sente a tua pele?

c) Explora com o sensor de temperatura os diferentes espaços da sala, incluindo dentro do armário.

d) Regista os locais onde se registou o valor máximo e mínimo de temperatura.

Valor máximo: ____ °C – Local: _____

Valor mínimo: ____ °C – Local: _____

e) Analisa o gráfico produzido pelo sensor de temperatura e compara os valores obtidos com as previsões que fizeste.

Conclusão:

APÊNDICE C

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 1

ATIVIDADE:



Questão-problema: Qual a influência da água na germinação das sementes de feijão, ervilha e tremoço?

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos medir...

O tempo, em dias, que cada semente demora a germinar nos vasos A e B.

O que vamos manter...

O que vamos fazer...

O que precisamos...

Previsões (O que vai acontecer e porquê):

EXPERIMENTAÇÃO

Material:

- 6 vasos
- terra universal
- balança
- etiquetas
- 6 sementes de feijão
- 6 sementes de ervilha
- 6 sementes de tremoço

Procedimento:

1. Colocar três sementes de feijão em cada vaso, enterrando-as no substrato.
2. Etiquetar os vasos A e B, indicando a semente e a adição ou não de água.
3. Colocar os vasos à janela e anotar na folha de registos o dia de início da experimentação.
4. Regar periodicamente somente o vaso A.
5. Observar e fazer os registos ao longo de vários dias.
6. Repetir os passos anteriores para as sementes de ervilha e de tremoço.

REGISTOS

Sementes	Tempo de germinação em dias							
	Vaso A (com adição de água)				Vaso B (sem adição de água)			
	1º dia ___/05/2013	2º dia ___/05/2013	3º dia ___/05/2013	... ___/05/2013	1º dia ___/05/2013	2º dia ___/05/2013	3º dia ___/05/2013	... ___/05/2013
Feijão	Não germinam				Não germinam			
Ervilha	Não germinam				Não germinam			
Tremoço	Não germinam				Não germinam			

Outros registos:	
------------------	--

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

Data: __/__/__

APÊNDICE D

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 2

ATIVIDADE:



Questão-problema: Qual a influência da luz na germinação das sementes de feijão, ervilha e tremçoço?

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos medir...

O tempo, em dias, que cada semente demora a germinar nos vasos A e B.

O que vamos manter...

O que vamos fazer...

O que precisamos...

Previsões (O que vai acontecer e porquê):

EXPERIMENTAÇÃO

Material:

- 6 vasos
- terra universal
- balança
- etiquetas
- 6 sementes de feijão
- 6 sementes de ervilha
- 6 sementes de tremoço
- termómetro / sensor de temperatura

Procedimento:

1. Colocar três sementes de feijão em cada vaso, enterrando-as no substrato.
2. Etiquetar os vasos A e B, indicando a semente.
3. Colocar o vaso A à janela e o vaso B dentro de um armário onde não entre luz. Anotar na folha de registos o dia de início da experimentação.
4. Regar periodicamente os vasos A e B.
5. Observar e fazer os registos ao longo de vários dias.
6. Repetir os passos anteriores para as sementes de ervilha e de tremoço.

REGISTOS

Sementes	Tempo de germinação em dias							
	Vaso A (à luz do dia)				Vaso B (dentro do armário)			
	1º dia /05/2013	2º dia /05/2013	3º dia /05/2013	...	1º dia /05/2013	2º dia /05/2013	3º dia /05/2013	...
Feijão	Não germinam				Não germinam			
Ervilha	Não germinam				Não germinam			
Tremoço	Não germinam				Não germinam			
Outros registos:								

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

Data: __/__/__

APÊNDICE E

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 3

ATIVIDADE:



Questão-problema: Qual a influência da temperatura na germinação das sementes de feijão, ervilha e tremoço?

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos medir...

O tempo, em dias, que cada semente demora a germinar nos vasos A e B.

O que vamos manter...

O que vamos fazer...

O que precisamos...

Outros registos:	
------------------	--

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

Data: __/__/__

APÊNDICE F

AGRUPAMENTO VERTICAL DAS ESCOLAS DE PEDROUÇOS
A QUALIDADE DA ÁGUA | Ficha de trabalho

Aluno: _____ Turma: _____ N.º: _____

Parte I

Questão-problema: Será que todas as águas são próprias para consumo?

A água está presente no nosso corpo, nos alimentos e bebidas que ingerimos, nos inúmeros produtos que utilizamos no dia-a-dia... Todas as formas de vida precisam de água. Sem água, a vida no nosso planeta não existiria.

1. No planeta Terra, existe água em:

(Assinala com um **X** as respostas que consideres corretas)

- Oceanos e mares
- Lagos
- Rios e outros cursos de água
- Desertos
- Glaciares
- Debaixo do solo
- Ar
- Outro(s) _____ (qual ou quais)

1.1. Define **água potável**.

1.2. Indica os locais de onde vem a água potável.

2. Imagina que tinhas quatro copos com água: o primeiro tinha água da torneira, o segundo água de uma fonte, o terceiro água do poço e o quarto água da chuva.

Qual ou quais destas águas achas que poderias beber? Explica a razão.

Parte II

Questão-problema: Será que todas as águas são próprias para consumo?

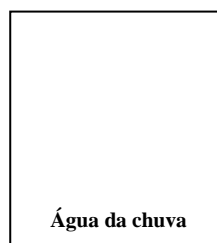
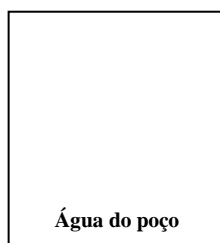
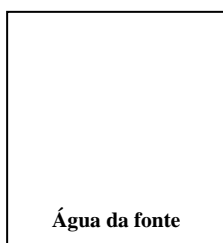
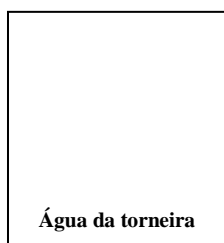
3. Observa as quatro amostras de água recolhidas: água da torneira, água da fonte, água do poço e água da chuva.

3.1. Utilizando os teus órgãos dos sentidos, completa a tabela:

	Cor	Cheiro	Turvação (redução da transparência)
Água da torneira			
Água da fonte			
Água do poço			
Água da chuva			

Tabela 1: Características das diferentes amostras de água

3.2. Faz uma ilustração do que observas em cada amostra de água.



3.3. De acordo com as informações recolhidas pelos teus órgãos dos sentidos, como classificarias as águas analisadas? Serão próprias ou impróprias para consumo? Não te esqueças de justificar a tua resposta.

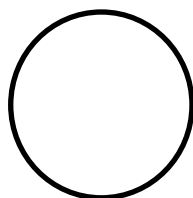
Informação: Nas águas destinadas ao consumo, o valor de turvação não deve ultrapassar os 4 NTU.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL N.º1

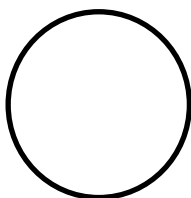
4. Na tua bancada, podes encontrar 4 vidros de relógio devidamente identificados: vidro de relógio 1 – água da torneira; vidro de relógio 2 – água da fonte; vidro de relógio 3 – água do poço e vidro de relógio 4 – água da chuva. Com a ajuda de um conta-gotas, coloca 10 gotas de cada amostra de água no respetivo vidro de relógio. Coloca os vidros de relógio na estufa até a água evaporar.

4.1. Faz uma previsão do que irá ocorrer após a evaporação da água dos vidros de relógio. Não te esqueças de justificar a tua resposta.

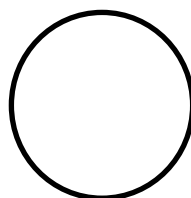
4.2. Observa os vidros de relógio e regista os resultados.



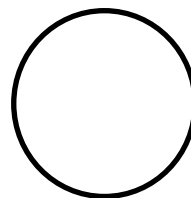
Vidro de relógio
que continha água
da torneira



Vidro de relógio
que continha água
da fonte



Vidro de relógio
que continha água
do poço



Vidro de relógio
que continha água
da chuva

4.3. Os resultados obtidos estão de acordo com as tuas previsões? O que podes concluir?

ATIVIDADE EXPERIMENTAL N.º2

5. Lê com atenção o protocolo experimental que se segue.

Material:

- Amostras de água
- 4 provetas
- 4 funis
- Papel de filtro
- Papel de limpeza
- Marcador

Modo de proceder:

1. Identificar, com a ajuda do marcador, cada uma das provetas: proveta 1 – água da torneira; proveta 2 – água da fonte; proveta 3 – água do poço e proveta 4 – água da chuva.
2. Colocar o papel de filtro em cada funil.
3. Filtrar 100mL de cada uma das amostras de águas na respetiva proveta.
4. Observar cada papel de filtro após ter ocorrido a filtração.

5.1. O que é que se pretende saber com esta atividade experimental?

5.2. Faz uma previsão do que irá acontecer.

5.3. Executa a atividade experimental.

5.4. Regista os resultados obtidos.

5.5. Os resultados que obtiveste estão de acordo com as previsões que fizeste? O que podes concluir? Justifica a tua resposta.

6. Elabora a carta de planificação 1.

6.1. Analisa novamente a resposta que deste na questão 3.1. relativamente à turvação. De que forma os resultados obtidos pela utilização do sensor são coincidentes com as informações dadas pelos teus órgãos dos sentidos? Justifica a tua resposta.

6.2. Compara os resultados obtidos na atividade experimental n.º 1, em que utilizaste os vidros de relógio, e na atividade experimental n.º2, em que procedeste à filtração das águas, com os valores de turvação obtidos pelo sensor. De que forma os resultados obtidos pela utilização do sensor são coincidentes com esses resultados? Justifica a tua resposta.

Parte III

Questão-problema: Será que todas as águas são próprias para consumo?

7. Para determinar a qualidade da água, são analisados parâmetros biológicos, ou seja, determina-se a presença ou não de microorganismos e identificam-se esses mesmos microorganismos, de maneira a saber se esses são prejudiciais ou não à nossa saúde. Para tal, é necessário criar as condições para que esses mesmos organismos se desenvolvam: fornecer alimento (meio de cultura), uma temperatura adequada,

7.1. O que entendes por microorganismo? Que microorganismos conheces?

7.2. Observa novamente as quatro amostras de água. O que podes dizer relativamente à presença de microorganismos nessas águas? Existirão ou não? Serão nocivos à nossa saúde ou serão benéficos? Justifica a tua resposta.

8. Elabora a carta de planificação 2.

Para finalizar....

Responde agora à questão problema que te foi lançada no início: **Será que todas as águas são próprias para consumo?** Não te esqueças de justificar a tua resposta.

APÊNDICE G

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 1

ATIVIDADE: Análise da turvação das diferentes amostras de água



Questão-problema: Relativamente à turvação, podemos considerar estas águas próprias para consumo?

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

A proveniência das águas

O que vamos medir...

O que vamos manter...

A temperatura
O volume de água analisado

O que vamos fazer...

Medir a turvação das diferentes amostras de água utilizando o sensor de turvação

O que precisamos...

Amostras de água
Sensor de turvação
Computador

O que vai acontecer e porquê...

EXPERIMENTAÇÃO

Material:

- Amostras de água
- Sensor de turvação
- Frascos para análise da turvação da água
- Computador

Modo de proceder:

1. Para cada amostra de água a ser testada, encher um frasco com, pelo menos, 6 ml de água.
2. Estabelecer a ligação entre o sensor de turbidez e o computador e escolher o programa "Launch DataStudio".
3. Inserir o recipiente que contém água destilada para o suporte do recipiente e fechar a tampa do sensor.
4. Clicar no botão Iniciar "Start" para iniciar a recolha de dados e no botão Parar "Stop" para terminar a recolha de dados.
5. Abrir a tampa do sensor de turbidez, remover o primeiro frasco e substituí-lo pelo frasco que contém a água da torneira. Repetir o passo 4 (acima referido) para recolher os dados para a amostra.
6. Seguir as etapas acima descritas para testar as outras amostras.
7. Registrar as leituras de turbidez obtidas para cada uma das amostras.

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Amostra	Valor de turvação obtido (NTU)
Água da torneira	
Água da fonte	
Água do poço	
Água da chuva	

Resposta à questão-problema e conclusão...

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 2

ATIVIDADE: Análise microbiológica da água



Questão-problema: Será que as amostras de água recolhidas possuem bactérias prejudiciais à nossa saúde?

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos medir...

O que vamos manter...

O que vamos fazer...

O que precisamos...

O que vai acontecer e porquê...

EXPERIMENTAÇÃO

Material:

- Amostras de Água
- Sistema de filtração
- Bomba de vácuo
- Membranas filtrantes (porosidade - 0,45 µm) com reticulado, esterilizadas
- Placas de Petri contendo meios de cultura que permitem o crescimento de bactérias nocivas
- Pinça
- Copo com álcool a 95 °C
- Estufa de incubação (a 37°C)
- Caneta de acetato

Modo de proceder:

1. Colocar, com a ajuda de uma pinça esterilizada, uma membrana estéril sobre o porta-filtros. A face quadriculada da membrana deve ser colocada para cima;
2. Colocar o funil sobre o porta-filtros;
3. Agitar vigorosamente o frasco da amostra para homogeneizar a mesma;
4. Deitar 150ml da amostra no funil e ligar a bomba de vácuo;
5. Retirar com a pinça metálica esterilizada a membrana do porta-filtros e colocá-la na caixa de Petri, contendo o meio de cultura (NOTA: ter a lamparina ligada para trabalhar em condições de assepsia);
6. Deslizar lentamente a membrana sobre o meio de cultura de maneira a evitar a formação de bolhas de ar entre a membrana e o meio de cultura;
7. Escrever, com recurso à caneta de acetato, o número da amostra numa parte lateral da caixa de Petri.
8. Incubar as caixas de Petri na estufa, a 37° C, durante 48 horas.
9. Após o período de incubação, proceder à contagem das colónias.
10. Registrar o que se observou.

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

Para finalizar....

APÊNDICE I

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 1

ATIVIDADE 2: Constituição dos seres vivos



Questão-problema:

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos observar...

O que vamos manter...

O que vamos fazer...

- 1 - Cortar o bolbo da cebola em 4 partes;
- 2 - Separar duas das escamas que formam o bolbo e, com a ajuda da pinça retirar da epiderme que recobre a parte côncava que ficou a descoberto;
- 3 - Introduzir rapidamente o fragmento da epiderme num vidro de relógio com água, evitando tanto quanto possível o enrolamento e procurando distendê-lo o mais que puder com a ajuda de duas agulhas de dissecação;
- 4 - Cortar com a tesoura um fragmento dessa película epidérmica e montá-lo entre a lâmina e lamela, utilizando a água como meio de montagem e azul-de-metileno, para corar;
- 5 - Observar a preparação ao MOC, primeiro com a objectiva de menor ampliação e depois ir aumentando a ampliação, seguidamente no microscópio digital;
- 6 - Registrar as observações efetuadas.

O que precisamos...

Microscópio ótico composto (MOC);
Microscópio digital;
Lâminas
Lamelas;
Pinça;
Bisturi;
Vidro de relógio;
Agulhas de dissecação;
Azul-de-metileno;
Bolbo de cebola.

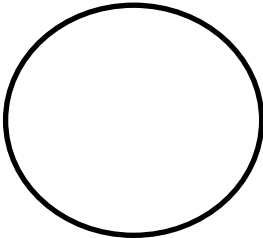
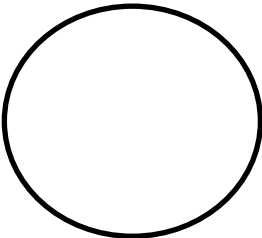
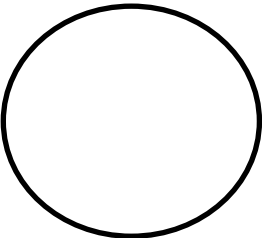
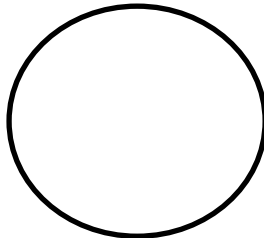
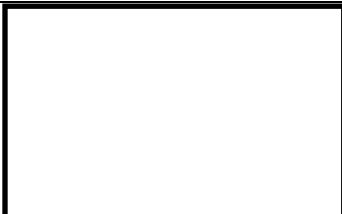

Previsão: (O que vai acontecer e porquê...)

--

EXPERIMENTAÇÃO

- Executar a planificação (controlando variáveis, observando, registando...).

REGISTO:

AMPLIAÇÃO: Objetiva – ____X Ocular - ____X ____ X ____ = ____ X MOC	AMPLIAÇÃO: Objetiva – ____X Ocular - ____X ____ X ____ = ____ X MOC	AMPLIAÇÃO: Objetiva – ____X Ocular - ____X ____ X ____ = ____ X MOC	AMPLIAÇÃO: Objetiva – ____X Ocular - ____X ____ X ____ = ____ X MOC
			
AMPLIAÇÃO: ____X Microscópio digital		AMPLIAÇÃO: ____X Microscópio digital	
			

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

NOME: _____

DATA: 21/05/2013

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 2

ATIVIDADE 2: Constituição dos seres vivos.

??
?? Questão-problema:

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos observar...

O que vamos manter...

O que vamos fazer...

- 1 – Com uma pequena espátula, devidamente limpa e desinfetada, ‘raspar’ no interior da bochecha;
- 2 – Colocar na lâmina o epitélio bucal com uma gota de água destilada e cobrir com a lamela.
- 3 – Aplicar uma gota de azul-de-metileno num dos bordos da lamela e, no lado oposto, colocar uma tira de papel de filtro.
- 4 – Observar ao MOC a preparação, primeiro com a objetiva de menor ampliação e depois ir ampliando, seguidamente no microscópio digital;
- 4 - Registrar as observações.

O que precisamos...

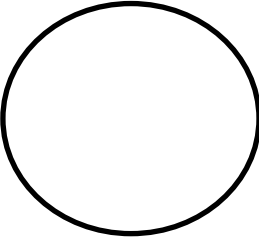
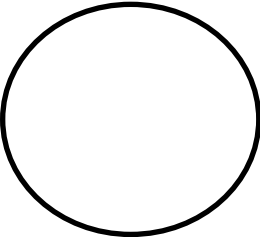
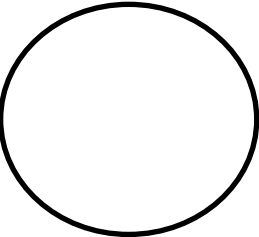
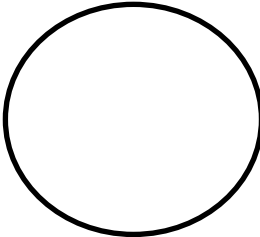
Microscópio ótico composto (MOC);
Microscópio digital;
Lâminas;
Lamelas;
Espátula;
Papel de filtro;
Pipeta;
Água destilada;
Azul-de-metileno;
Epitélio bucal.



Previsão: (O que vai acontecer e porquê...)

EXPERIMENTAÇÃO

- Executar a planificação (controlando variáveis, observando, registando...).

REGISTO:

<p style="text-align: center;">AMPLIAÇÃO:</p> <p>Objetiva – ____X</p> <p>Ocular - ____X</p> <p>____ X ____ = ____X</p> <p style="text-align: center;">MOC</p>	<p style="text-align: center;">AMPLIAÇÃO:</p> <p>Objetiva – ____X</p> <p>Ocular - ____X</p> <p>____ X ____ = ____X</p> <p style="text-align: center;">MOC</p>	<p style="text-align: center;">AMPLIAÇÃO:</p> <p>Objetiva – ____X</p> <p>Ocular - ____X</p> <p>____ X ____ = ____X</p> <p style="text-align: center;">MOC</p>	<p style="text-align: center;">AMPLIAÇÃO:</p> <p>Objetiva – ____X</p> <p>Ocular - ____X</p> <p>____ X ____ = ____X</p> <p style="text-align: center;">MOC</p>
			

<p style="text-align: center;">AMPLIAÇÃO:</p> <p style="text-align: center;">____X</p> <p style="text-align: center;">Microscópio digital</p>	<p style="text-align: center;">AMPLIAÇÃO:</p> <p style="text-align: center;">____X</p> <p style="text-align: center;">Microscópio digital</p>
	

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

NOME: _____

DATA: 24/05/2013

APÊNDICE K

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 3

ATIVIDADE 3: Existência de biodiversidade nos seres vivos aquáticos, unicelulares.



Questão-problema:

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos observar...

O que vamos manter...

O que vamos fazer...

- 1 - Retirar água de colheita com o auxílio da pipeta;
- 2 - Colocar uma gota numa lâmina e cobrir com uma lamela;
- 3 - Colocar um pouco de água de colheita num vidro de relógio;
- 4 - Observar a preparação e o vidro de relógio à lupa binocular;
- 5 - Observar a preparação ao MOC;
- 6 - Registrar os microrganismos observados.

O que precisamos...

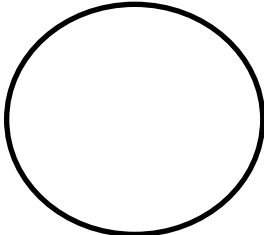
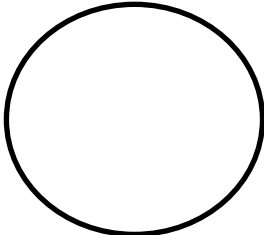
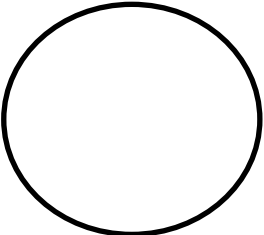
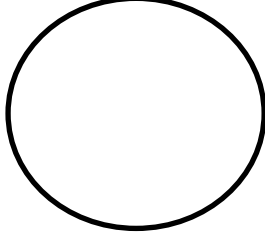
- Microscópio ótico composto (MOC);
- Lupa binocular;
- Lâminas;
- Lamelas;
- Pipeta;
- Vidro de relógio;
- Água de colheita.

Previsão: (O que vai acontecer e porquê...)

EXPERIMENTAÇÃO

- Executar a planificação (controlando variáveis, observando, registando...).

REGISTO:

AMPLIAÇÃO: Objetiva – ___X Oculares - ___X ___ X ___ = ___X Lupa Binocular	AMPLIAÇÃO: Objetiva – ___X Oculares - ___X ___ X ___ = ___X Lupa binocular	AMPLIAÇÃO: Objetiva – ___X Ocular - ___X ___ X ___ = ___X MOC	AMPLIAÇÃO: Objetiva – ___X Ocular - ___X ___ X ___ = ___X MOC
			

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

NOME: _____ DATA: ___/05/2013

APÊNDICE L

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 4

ATIVIDADE 4: Existência de seres vivos no ar



Questão-problema:

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos observar...

O que vamos manter...

O que vamos fazer...

- 1 – Colocar 8 caixas de Petri, 4 de controlo (sempre fechadas, em cada um dos locais) e abrir duas no recinto escolar e na sala de aula, respetivamente;
- 2 – Expôr os meios de cultura durante 30 minutos;
- 3 – Recolher os meios de cultura e colocá-los numa estufa durante 48 horas, a uma temperatura média de 38°C;
- 4 – Retirar da estufa e observar a olho nu, com a lupa de mão, com a lupa binocular (aumentando a ampliação) e finalmente com o microscópio digital;
- 5 - Registrar as observações efetuadas.

O que precisamos...

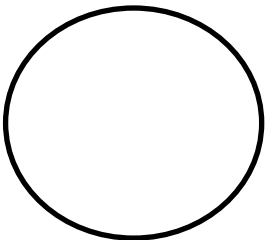
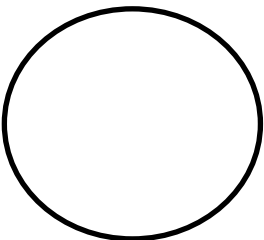
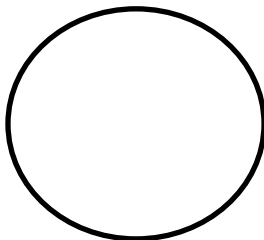
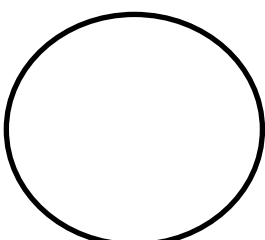


- 8 Caixas de Petri (4 com meios de cultura para bactérias e 4 para fungos);
- Lupas de mão;
- Lupa binocular;
- Microscópio digital.

Previsão: (O que vai acontecer e porquê...)

EXPERIMENTAÇÃO

- Executar a planificação (controlando variáveis, observando, registando...).

REGISTO:

<p>AMPLIAÇÃO:</p> <p>____X</p> <p>Lupa de mão</p>	<p>AMPLIAÇÃO:</p> <p>Objetiva – ____X</p> <p>Ocular - ____X</p> <p>____X ____ = ____X</p> <p>Lupa binocular</p>	<p>AMPLIAÇÃO:</p> <p>Objetiva – ____X</p> <p>Ocular - ____X</p> <p>____X ____ = ____X</p> <p>Lupa binocular</p>	<p>AMPLIAÇÃO:</p> <p>Objetiva – ____X</p> <p>Ocular - ____X</p> <p>____X ____ = ____X</p> <p>Lupa binocular</p>
			
<p>AMPLIAÇÃO:</p> <p>____X</p> <p>Microscópio digital</p>		<p>AMPLIAÇÃO:</p> <p>____X</p> <p>Microscópio digital</p>	
			

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

NOME: _____

DATA: 28 e 31/05/2013

APÊNDICE M

PROTOCOLO EXPERIMENTAL 1: EXTRAÇÃO DO ADN DAS CÉLULAS DO MORANGO

Material:

- 3 Morangos
- 1 Bisturi
- 1 Almofariz
- 3 Provetas
- 2 Matraz
- 2 Tubos de ensaio
- Papel de filtro
- 2 Funis
- Algodão hidrófilo
- 2 Varetas de vidro
- Água
- Álcool a 95%
- Sal de cozinha (1 colher de chá)
- Detergente da louça (1 colher de sopa)

Procedimento:

1. Corte o morango em pequenos fragmentos e coloque-os no almofariz.
2. Num matraz com água até cerca de metade da altura, coloque o sal e o detergente. Agite suavemente a mistura durante cerca de cinco minutos.
3. Coloque cerca de metade da mistura obtida, no ponto 2, no almofariz e triture.
4. Filtre a mistura do almofariz para o matraz. Utilize o papel de filtro.
5. Filtre novamente o material contido no matraz para uma proveta, utilizando o algodão hidrófilo.
6. Cuidadosamente, faça escorrer lentamente um pouco de álcool frio pelas paredes do tubo de ensaio e procure observar a formação de duas fases: uma superior alcoólica e outra inferior aquosa.
7. Introduza uma vareta de vidro no tubo de ensaio e, com movimentos circulares, procure misturar as duas fases.

OBSERVAÇÃO:

- O ADN insolúvel no álcool precipita e forma uma massa filamentosa esbranquiçada que contem também proteínas e outros materiais.

APÊNDICE O

“REDE NACIONAL”

ECOSSISTEMA

BIODIVERSIDADE

SER VIVO

SER NÃO VIVO

REPRODUÇÃO

NOME: _____ DATA: _____/06/2013

APÊNDICE P

AVALIAÇÃO DAS APRENDIZAGENS

Ao longo das aulas estudaram alguns seres vivos no intuito de entenderem a distinção entre estes e os seres não vivos. Para tal, realizaram atividades muito diversificadas, de forma a ampliarem os conhecimentos nesta área.

Reflete um pouco sobre o trabalho desenvolvido e responde às questões a seguir:

1. Enumera exemplos de seres vivos: _____

2. Biodiversidade foi um dos termos muito utilizado. O que significa?

3. O que entendes por ecossistema?

4. Enumera características que todos os seres vivos possuem, e que os distinguem dos seres não vivos?

5. A reprodução é uma característica inerente aos seres vivos e importantíssima para a manutenção da biodiversidade. O que aprendeste sobre a reprodução?

6. Para que serve o MOC, lupa binocular e microscópio digital?

7. De que forma a utilização do MOC, microscópio digital ou lupa binocular, te ajudaram a compreender o conceito de ser vivo?

NOME: _____ DATA: ___/06/2013

APÊNDICE Q

TRABALHO EXPERIMENTAL...

AVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES

1. Gostaste de realizar este trabalho experimental? _____
Porquê? _____

2. De entre as diversas atividades realizadas, qual a que mais apreciaste? Justifica.

3. O que aprendeste de novo? _____

4. Gostavas de continuar a desenvolver trabalho experimental? _____
O que gostarias de descobrir? _____

5. Ilustra, ou escreve, sobre o que mais te marcou: (imagem, descoberta, trabalho, instrumento,...)

6. Que vocabulário novo aprendeste? _____

NOME: _____ DATA: ___/06/2013

APÊNDICE R

FOLHA DE REGISTO 1

Atividade: USO DOS SENTIDOS PARA UMA PRIMEIRA PERCEÇÃO DA SALINIDADE

Questões-problema:

- Serão algumas águas diferentes quanto ao seu sabor?
- Que explicação dar para o sabor das mesmas?

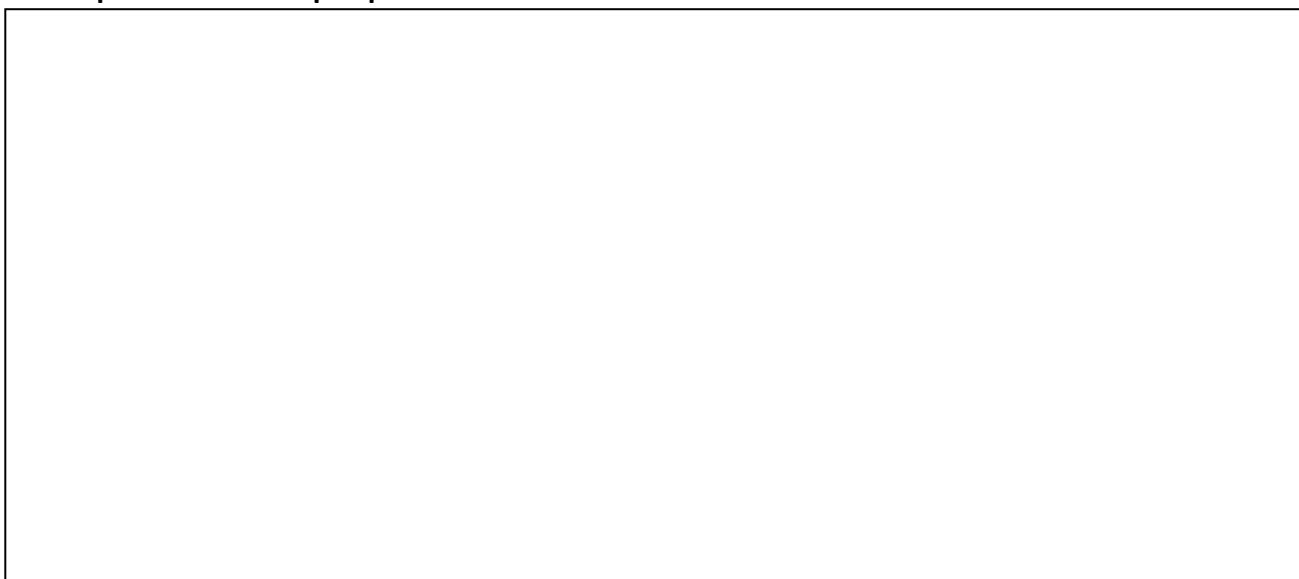
O que fizemos...



De que precisamos...



O que aconteceu e porquê...



APÊNDICE S

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 1



Questão-problema: *Qual a influência da quantidade de sal dissolvido, num determinado volume de água, no sabor da mesma?*

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos medir...

O que vamos manter...

O que vamos fazer...

O que precisamos...

O que vai acontecer e porquê...

EXPERIMENTAÇÃO

Executar a planificação (controlando variáveis, observando, registando...).

*0 – NÃO SALGADO 1 – QUASE NADA SALGADO 2 – POUCO SALGADO 3 – SALGADO 4 – MUITO SALGADO 5 – SALGADÍSSIMO

<u>RECIPIENTES</u>	VOLUME DE ÁGUA (ml)	MASSA DE SAL (g)	INTENSIDADE DO SABOR SALGADO (0 a 5)*
A	_____ ml	_____ g	_____
B	_____ ml	_____ g	_____
C	_____ ml	_____ g	_____

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

Data: ___/___/___

CARTA DE PLANIFICAÇÃO 2



Questão-problema: *Como podemos medir a salinidade de diferentes águas? Será o sensor de condutividade adequado?*

ANTES DA EXPERIMENTAÇÃO

O que vamos mudar...

O que vamos medir...

O que vamos manter...

Tipo de recipiente

Volume de água

Tipo de água

Temperatura da água

Tempo e modo de agitação

O que vamos fazer...

O que precisamos...

- 3 gobelés de 200/250ml
- Sal de cozinha refinado
- Água destilada
- Balança de precisão
- 3 Colheres ou varetas
- 3 vidros de relógio
- _____
- _____

O que vai acontecer e porquê...

EXPERIMENTAÇÃO

Executar a planificação (controlando variáveis, observando, registando...).

<u>RECIPIENTES</u>	VOLUME DE ÁGUA (ml)	MASSA DE SAL (g)	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S/cm}$)
A	_____ ml	_____ g	_____ $\mu\text{S/cm}$
B	_____ ml	_____ g	_____ $\mu\text{S/cm}$
C	_____ ml	_____ g	_____ $\mu\text{S/cm}$

APÓS A EXPERIMENTAÇÃO

Verificámos que...

Resposta à questão-problema e conclusão...

Data: ___/___/___

APÊNDICE U

FOLHA DE REGISTO 2

Questão-problema:

- O que irá acontecer ao valor da condutividade de uma amostra de água com sal dissolvido, quando diluímos nela uma outra amostra de água com menos sal dissolvido? Porquê?

O que fizemos...

De que precisamos...

O que aconteceu e porquê...

	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Antes da diluição	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$
Após diluição de 100ml	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$
Após diluição dos 200ml	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$

FOLHA DE REGISTO

Questão-problema:

- O que irá acontecer ao valor da condutividade de uma amostra de água com sal dissolvido, quando diluímos nela uma outra amostra de água destilada? Porquê?

O que fizemos...

De que precisamos...

O que aconteceu e porquê...

	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Antes da diluição	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$
Após diluição de 100ml	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$
Após diluição dos 200ml	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$

APÊNDICE V

FOLHA DE REGISTO 3

Questão-problema:

- O que irá acontecer ao valor da condutividade de uma amostra de água com sal dissolvido, quando diluímos nela uma outra amostra de água com menos sal dissolvido? Porquê?

O que fizemos...

De que precisamos...

O que aconteceu e porquê...

	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Antes da diluição	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$
Após diluição de 100ml	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$
Após diluição dos 200ml	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$

FOLHA DE REGISTO

Questão-problema:

- O que irá acontecer ao valor da condutividade de uma amostra de água com sal dissolvido, quando diluímos nela uma outra amostra de água destilada? Porquê?

O que fizemos...

De que precisamos...

O que aconteceu e porquê...

	CONDUTIVIDADE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Antes da diluição	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$
Após diluição de 100ml	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$
Após diluição dos 200ml	_____ $\mu\text{S}/\text{cm}$