

Os Microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos
do Ensino Básico:
Abordagem Curricular, Conceções Alternativas
e Propostas de Atividades Experimentais.

UMinho | 2012



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Paulo Miguel Mafra Gonçalves

**Os Microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos
do Ensino Básico:
Abordagem Curricular, Conceções Alternativas
e Propostas de Atividades Experimentais.**

Julho de 2012

Apoio financeiro da FCT no âmbito do PROTEC
(SFRH/PROTEC/49246/2008)



Universidade do Minho
Instituto de Educação

Paulo Miguel Mafrá Gonçalves

**Os Microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos
do Ensino Básico:
Abordagem Curricular, Conceções Alternativas
e Propostas de Atividades Experimentais.**

Tese de Doutoramento em Estudos da Criança
Especialidade de Estudo do Meio Físico

Trabalho realizado sob a orientação do
Professor Doutor Nelson Lima

DECLARAÇÃO

Nome: Paulo Miguel Mafra Gonçalves

Endereço eletrónico: pmafra@gmail.com

Número de Cartão do Cidadão: 10051172

Título da Tese: Os Microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico: Abordagem Curricular, Conceções Alternativas e Propostas de Atividades Experimentais.

Orientador: Professor Doutor Nelson Lima

Ano de conclusão: 2012

Designação do Doutoramento: Doutoramento em Estudos da Criança, especialidade de Estudo do Meio Físico.

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO PARCIAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, 23 de Julho de 2012

Assinatura: _____

Ao Francisco e ao João, os meus dois melhores amigos...

AGRADECIMENTOS

Neste espaço reservo algumas palavras a todos aqueles que contribuíram para que esta tese se realizasse.

O meu especial agradecimento ao Professor Doutor Nelson Lima, o meu orientador na realização deste estudo de investigação. A sua experiência, sabedoria e amizade fizeram com que todos os momentos ao longo do trabalho surgissem com entusiasmo e com vontade de fazer cada vez melhor. Houve momentos difíceis durante todo o processo em que as suas palavras e recomendações foram decisivas para que tudo se tornasse mais claro, num ambiente de reflexão e satisfação permanentes.

O meu obrigado à Elza Mesquita e à Ana Pereira, amigas e colegas docentes da Escola Superior de Educação de Bragança, pelo seu precioso contributo nas ilustrações realizadas exclusivamente para os protocolos usados pelos alunos nas atividades experimentais. A sua reconhecida experiência como ilustradoras foi uma mais valia e enriqueceu sem dúvida os protocolos elaborados.

Um obrigado especial aos alunos do 4.º ano da Escola das Beatas em Bragança (ano letivo 2011/2012). É com muito prazer e alguma emoção que recordo os momentos inesquecíveis que aconteceram naquela sala de aula.

À professora da turma Graça Sousa pela amizade, disponibilidade e experiência. Pelo seu gosto e dedicação ao ensino experimental das ciências e por me mostrar, algo difícil de colocar por palavras, o fascinante que é ensinar no 1.º Ciclo do Ensino Básico.

Aos meus colegas da Escola Superior de Educação de Bragança, especialmente do departamento de ciências de natureza, pela compreensão da minha ausência, especialmente nos momentos mais atarefados.

A todos os meus amigos, por terem compreendido que, apesar de tudo, estiveram sempre presentes.

Aos meus pais, os meus heróis, que me continuam a apoiar e a quem orgulhosamente devo tudo aquilo que sou.

Aos meus filhos Francisco e João, a fonte de toda a força que me fez ultrapassar os inúmeros obstáculos com que me deparei nos últimos anos e cuja existência, só por si, já faz com que tenha valido a pena eu ter nascido.

À Márcia, companheira e amiga, pela preciosa ajuda na revisão do trabalho e indicações que contribuíram, sem dúvida, para o seu melhoramento e, principalmente, por me ter ajudado a encontrar o caminho certo que com ela quero percorrer. Que a água nunca deixe de correr entre a nascente e a foz.

RESUMO

Os Microrganismos no 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico: Abordagem Curricular, Conceções Alternativas e Propostas de Atividades Experimentais

O presente estudo debruça-se sobre o tema “microrganismos” e direciona-se ao 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico (CEB). Tem como finalidade criar e aplicar um conjunto de atividades experimentais para o ensino de conteúdos de microbiologia, inseridos na área de Estudo do Meio, valorizando o ensino experimental das ciências no 1.º CEB. Para o efeito, o trabalho divide-se em três grandes partes que se encontram interligadas. Na primeira, analisa-se a abordagem de conteúdos relacionados com os microrganismos nos programas e manuais do 1.º e 2.º CEB, nas áreas de Estudo do Meio e de Ciências da Natureza, respetivamente, procurando saber o tipo de abordagem realizada, a importância dada ao tema, assim como os conteúdos relacionados e os momentos onde podem ser explorados. Na segunda parte do estudo faz-se um levantamento das conceções alternativas relativamente aos microrganismos, que os alunos trazem para a sala de aula no final do 1.º e 2.º CEB. Na terceira, e última parte, aplica-se uma intervenção educativa em alunos do 4.º ano de escolaridade, com um conjunto de atividades experimentais acerca dos microrganismos e verifica-se a mudança conceptual relativamente ao tema.

Para o desenvolvimento deste estudo, definiram-se *a priori* quatro parâmetros de análise que tiveram presentes ao longo das três fases da investigação: i) *microrganismos e o mundo vivo*; ii) *microrganismos e alimentos*; iii) *microrganismos e saúde*; iv) *microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente*.

Relativamente às técnicas e instrumentos de recolha de dados, na primeira fase, optou-se por um estudo exploratório tendo-se realizado uma análise de conteúdo, utilizando grelhas de análise e recorrendo a categorias definidas *a priori*. Na segunda fase, utilizou-se um questionário com categorias definidas *a priori* para a análise de questões fechadas e categorias definidas *a posteriori* para a análise de desenhos. Por sua vez, na terceira fase foi realizado um estudo do tipo *descritivo*, obedecendo a um desenho de investigação *pré experimental*, tendo sido aplicado um questionário pré-teste e pós-teste a um grupo de alunos com a realização de uma intervenção experimental a meio.

Os dados analisados revelam que os microrganismos, ao nível do 1.º CEB, não são abordados, ou são abordados de forma incompleta, não sendo considerados como pertencentes ao mundo vivo. A ausência desta temática no programa do 1.º CEB implica que o tema não surja estruturado nos respetivos manuais escolares. Existem, no entanto, alguns momentos, raros, em que os microrganismos são referenciados. Estes surgem em

contextos exclusivamente relacionados com a doença e a poluição, prevalecendo uma conotação negativa. Este aspeto é reforçado no 2.º CEB, em que o tema surge nos programas e manuais de forma explícita, no entanto, com uma clara distinção dada à conotação negativa, ficando, para segundo plano, os aspetos relacionados com o papel benéfico e importante dos microrganismos na natureza. Identificaram-se, igualmente, secções nos programas do 1.º e 2.º CEB onde os microrganismos poderiam ser abordados, no sentido de promover um ensino mais coerente e completo no que diz respeito a esta temática.

A maioria das crianças traz para a sala de aula ideias acerca dos microrganismos reveladoras de uma visão morfológica afastada do real, com semelhança a animais, maioritariamente insetos, e com uma marcada conotação negativa. Associam a localização dos microrganismos a locais sujos, indesejáveis, relacionando-os com atividades nocivas ao Homem. Por outro lado, demonstram grande desconhecimento relativamente aos seus benefícios, tanto para a natureza como para o ser humano.

A abordagem ao tema através de atividades experimentais revelou-se eficaz na alteração das conceções alternativas em relação aos microrganismos, tendo-se verificado diferenças entre o pré-teste e o pós-teste. Após a implementação das atividades, as crianças passaram a identificar os microrganismos como seres vivos microscópicos, capazes de atividade biológica e a reconhecer alguns dos seus benefícios. Os comportamentos relacionados com a higiene pessoal passaram a ser entendidos como importantes para a eliminação de microrganismos nocivos à saúde e não como uma regra a cumprir. A maioria das crianças passou a desenhar os microrganismos próximos do seu aspeto real e abandonou a atribuição exclusivamente negativa atribuída inicialmente.

Desta forma, verificámos que o tema “microrganismos” pode ser explorado pela via experimental no 1.º CEB e contribuir para uma melhor compreensão do mundo físico-natural envolvente da criança combatendo, por um lado, uma visão incompleta da biodiversidade, e, por outro, promovendo o desenvolvimento de competências científicas básicas e complexas, aspetos que contribuem para o aumento da sua literacia científica.

Analisando os resultados obtidos torna-se evidente a importância da inclusão da temática “microrganismos” no programa e orientações curriculares do 1.º CEB, de forma a evidenciar a importância vital do papel dos microrganismos tanto nos sistemas biológicos, como em diversas atividades úteis ao Homem e que contribuem para a melhoria da sua qualidade de vida.

ABSTRACT

The Microorganisms in the 1st and 2nd Cycles of Basic Education Curricular Approach, Alternative Conceptions and Experimental Activity Proposals

The present study focuses on "microorganisms" and how they are teaching in 1st Cycle (Primary School) and 2nd Cycle of Basic Education. It aims to create and apply a set of experimental activity proposals to teach contents of microbiology in the Environmental Studies curriculum in order to promote the experimental science teaching in the Primary School. For this purpose, the present work is divided into three parts which are interconnected: i) the Portuguese National Curriculum, programmes and textbooks from the 1st to 6th grades, in the issues of Environmental Studies and Natural Sciences, were analysed for the contents related with microorganisms; ii) a survey by questionnaire of the alternative conceptions in relation to the microorganisms that students bring to the classroom at the end of 4th and 6th grade were performed; and, iii) a set of experimental activities with microorganisms was developed to be applied an educational intervention with 4th grade students and the students' conceptual change was assessed.

To perform the study four parameters for analysis were defined a priori, which were used throughout the three phases of research: i) microorganisms and the living world; ii) microorganisms and food; iii) microorganisms and health; iv) microorganisms in industry, technology and environment.

Related to the techniques and instruments for data collection, in the first phase, it was chosen an exploratory study to conduct the content analysis by using grids of analysis and using categories of analysis defined a priori. In the second phase, a questionnaire was used. For data analysis, categories defined a priori were applied to the closed questions, and categories defined a posteriori for the analysis of drawings. Finally, in the third phase, a descriptive study, according to a pre-experimental research design was conducted. A pre-test by questionnaire, an experimental intervention and post-test using the same questionnaire was applied to a 4th grade group of students.

The data analysed show that the microorganisms, in the Primary School, are not lectured or are incomplete lectured, or not being considered as belonging to the living world. The absence of this issue in the 1st to 4th grade programme implies that this issue is not present in the textbooks. There are, however, some situations in which the microorganisms are referenced. These appear only in contexts associated with the disease and pollution which is a negative concept about the microorganism rules. This negative view about the

microorganism rules is reinforced in the 5th and 6th grade, where the microbiological issue arises explicitly in the programmes and manuals. However, there is a distinction between the negative view and the beneficial role of microorganisms in nature, remaining in second place. It was also identified sections in the programmes where the microorganisms could be tackled in order to promote a more coherent and complete education in which regards to this issue.

Children bring to the classroom ideas about microorganisms revealing a morphological vision far away from the real and much more similar to animals, mainly insects, and with a strong negative connotation. They associate the location of the microbes to dirty places, undesirables, linking them to activities that are harmful to humans. On the other hand, they show great illiteracy in relation to its benefits for both, nature and humans.

The approach to teach microorganisms through experimental activities was effective in changing the students' alternative conceptions when the pre-test and post-test results were compared. After the implementation of the activities, the children began to identify the microorganisms as living beings capable of biological activity and recognise some of their benefits. Behaviours related to personal hygiene came to be understood as important for the reduction of harmful microorganisms to health and not only as a single rule to be used. In addition, the majority of children starts drawing microorganisms close to their real aspect and abandoned the original non-real and negative concepts.

The issue of "microorganisms" can be explored through experimental activities in Primary School contributing to a better understanding of the physical and natural world, improving the view about biodiversity and promoting the development of basic and complex scientific skills. All these issues can contribute to increase the children's scientific literacy.

Analysing the results of the present study it becomes evident the importance of including the topic of "microorganisms" in the programme and curriculum guidelines of the Primary School, in order to highlight the vital importance of the rule of microorganisms in biological systems as in different useful activities to men which can contribute to improve their quality of life.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Quadros.....	xv
Índice de Figuras.....	xxi
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Relevância do estudo.....	1
1.1.1 Pressupostos que justificam o estudo.....	5
1.2 Questões de investigação.....	7
1.3 Finalidade e Objetivos.....	8
1.5 Estrutura do trabalho de investigação.....	10
CAPÍTULO 2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	11
2.1 Os microrganismos.....	11
2.1.1 Os microrganismos e a microbiologia.....	12
2.1.2 Os microrganismos como parte da biodiversidade.....	14
2.1.2.1 Bactérias.....	15
2.1.2.2 Fungos.....	17
2.1.2.3 Protozoários.....	19
2.1.2.4 Vírus.....	19
2.1.3 Microrganismos e sociedade: relação entre microrganismos, saúde, alimentos, indústria, tecnologia e ambiente.....	21
2.1.3.1 Microrganismos e saúde.....	21
2.1.3.2 Microrganismos e alimentos.....	28
2.1.3.3 Microrganismos, tecnologia e ambiente.....	35
2.1.3.4 Reconhecimento social do papel dos microrganismos: conotação negativa vs conotação positiva.....	44
2.2 Da literacia científica ao ensino das ciências.....	45
2.2.1 Literacia científica e a sua influência na aprendizagem.....	45
2.2.2 Uma conceção construtivista do ensino e da aprendizagem.....	50
2.2.3 Ensino das ciências no 1.º CEB e a perspetiva construtivista.....	54
2.2.4 Obstáculos ao processo ensino-aprendizagem.....	61

CAPÍTULO 3 - Metodologia	65
3.1 Fases do estudo de investigação.....	66
CAPÍTULO 4 - FASE 1: ESTUDO EXPLORATÓRIO DE PROGRAMAS E MANUAIS ESCOLARES DO 1º E 2º CEB	71
4.1 Enquadramento teórico.....	71
4.1.1 Programas e manuais escolares.....	71
4.1.1.1 O currículo e os programas escolares.....	71
4.1.1.2 Os manuais escolares.....	77
4.2 Construção dos instrumentos de medida	83
4.2.1 Grelhas de análise	83
4.2.1.1 Categorias e sub-categorias de análise.....	86
4.3 Técnicas ou instrumentos de recolha de dados	99
4.3.1 Análise de documentos (programas e manuais escolares)	99
4.3.1.1 Análise de Programas 1.º CEB (Estudo do Meio) e do 2.º CEB (Ciências da Natureza)	101
4.3.1.2 Análise de Manuais do 1.º CEB (Estudo do Meio) e do 2.º CEB (Ciências da Natureza)	101
4.4. Resultados e discussão	107
4.4.1 Análise e discussão dos programas do 1º CEB (Estudo do Meio) e do 2º CEB (Ciências da Natureza)	107
4.4.1.1 Relativamente ao 1.º CEB.....	107
4.4.1.2 Relativamente ao 2.º CEB.....	108
4.4.2 Análise da continuidade/descontinuidade de conteúdos relacionados com os microrganismos ao longo do 1º e 2º CEB.....	112
4.4.3 Análise e discussão dos manuais do 1.º CEB (Estudo do Meio) e do 2º CEB (Ciências da Natureza)	118
4.4.4 Análise e discussão dos manuais do 2.º CEB onde o tema é abordado explicitamente.....	119
4.4.4.1 Resultados recolhidos da grelha A.....	119
4.4.4.2 Resultados recolhidos da grelha A1	120
4.4.4.3 Relativamente ao 6.º ano de escolaridade	121
4.4.4.4 Relativamente ao 5.º ano de escolaridade	124
4.4.5 Análise e discussão dos manuais do 1.º e do 2.º CEB onde o tema é abordado implicitamente.....	125
4.4.5.1 Resultados da aplicação da grelha B	125

4.4.5.2 Resultados da aplicação da grelha B1	130
4.5 Conclusão (Fase 1).....	136

CAPÍTULO 5 - FASE 2: LEVANTAMENTO DAS CONCEÇÕES ALTERNATIVAS
SOBRE OS MICRORGANISMOS

5.1 Enquadramento teórico.....	139
5.1.1 As conceções alternativas	139
5.1.1.1 A origem das ideias espontâneas das crianças.....	142
5.1.1.2 Mudança conceptual	143
5.1.1.3 Estratégias de acesso às ideias das crianças durante o processo de ensino-aprendizagem.....	146
5.1.2 Modelos de conceções sobre os microrganismos	150
5.1.3 As perceções das crianças sobre os microrganismos.....	154
5.1.3.1 Quanto à morfologia.....	157
5.1.3.2 Quanto ao estado vivo/não vivo	159
5.1.3.3 Quanto ao tamanho.....	160
5.1.3.4 Quanto à localização.....	160
5.1.3.5 Quanto à relação com a saúde/doença.....	161
5.1.3.6 Quanto à relação com aplicações tecnológicas.....	164
5.1.3.7 Quanto à relação com o ambiente.....	165
5.2 Construção dos instrumentos de medida	168
5.2.1 Questionário	168
5.2.1.1 Parâmetro 1: Microrganismos como parte constituinte do mundo vivo.	169
5.2.1.2 Parâmetro 2: Microrganismos e saúde.....	171
5.2.1.3 Parâmetro 3: Microrganismos e alimentos	173
5.2.1.4 Parâmetro 4: Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente.....	174
5.3 Técnica ou instrumento de recolha de dados.....	175
5.4 Participantes	180
5.4.1 Universo e amostra	180
5.4.1.1 Caracterização dos grupos focais em estudo	180
5.4.1.1.1 <i>Distribuição dos alunos por idade, sexo e ano de escolaridade</i>	181
5.4.2 Critérios de seleção dos participantes.....	182
5.4.3 Contactos e acessibilidades.....	182
5.5 Resultados e discussão	183
5.5.1 Análise e discussão das questões fechadas	183
5.5.1.1 Questões do GRUPO 1	183

5.5.1.2	Questões do GRUPO 2.....	196
5.5.2	Análise e discussão dos desenhos	201
5.5.2.1	Definição e análise das categorias	201
5.5.2.2	Relativamente à Forma Antropomórfica/ Não Antropomórfica.....	208
5.6	Conclusão (Fase 2).....	212
5.6.1	Relativamente ao Parâmetro 1 - microrganismos como seres vivos	212
5.6.2	Parâmetro 2 - microrganismos e saúde	214
5.6.3	Parâmetro 3 - microrganismos e alimentos	215
5.6.4	Parâmetro 4 - microrganismos e indústria, tecnologia e ambiente	216
CAPÍTULO 6 - FASE 3: INTERVENÇÃO EDUCATIVA.....		217
6.1	Enquadramento teórico.....	217
6.1.1	O Ensino Experimental das Ciências no 1.º CEB – da teoria à sala de aula	217
6.1.1.1	A abordagem aos microrganismos na escola pela via experimental.....	225
6.2	Método.....	231
6.2.1	Investigação-Ação	231
6.3	Construção dos instrumentos de medida	232
6.3.1	Relação entre os resultados encontrados durante as fases anteriores do trabalho de investigação e as atividades que podem ser exploradas.....	234
6.3.2	Relação entre os parâmetros de análise e as atividades propostas no âmbito da intervenção educativa.....	239
6.3.3	Elaboração das atividades experimentais	240
6.3.3.1	Enquadramento curricular	241
6.3.3.2	Finalidade das Atividades.....	242
6.3.3.3	Enquadramento conceptual.....	246
6.3.3.4	Guiões das atividades	246
6.3.4	Construção dos protocolos experimentais.....	267
6.3.4.1	Protocolo da Atividade A0	268
6.3.4.2	Protocolo da atividade A1	271
6.3.4.3	Protocolo da atividade A2	274
6.3.4.4	Protocolo da atividade B1	278
6.3.4.5	Protocolo da atividade B2	281
6.3.4.6	Protocolo da atividade C	284
6.4	Técnicas ou instrumentos de recolha de dados	288
6.4.1	Síntese das técnicas utilizadas	288
6.4.2	Observação não participante	289

6.4.3	Questionário pré-teste e pós-teste	290
6.4.4	Intervenção educativa	290
6.5	Participantes	291
6.5.1	Caracterização da amostra	291
6.5.2	Critérios de seleção dos participantes.....	291
6.5.3	Contactos e acessibilidades.....	292
6.5.4	Cenário da investigação.....	292
6.5.4.1	A escola	292
6.5.4.2	A sala de aula	293
6.6	Resultados e discussão	294
6.6.1	Análise e discussão da observação não participante	294
6.6.2	Análise comparativa e discussão do questionário pré-teste e pós-teste.....	294
6.6.2.1	Análise e discussão das questões fechadas	294
6.6.3	Análise comparativa e discussão de desenhos do pré-teste e pós-teste.....	303
6.6.3.1	Análise individual	306
6.6.4	Análise e discussão dos registos dos alunos nos protocolos experimentais	314
6.6.4.1	Atividade A1 - Identificação da levedura como ser vivo e constituinte do fermento de padeiro	314
6.6.4.2	Atividade A2 – A levedura como microrganismo usado na produção de alimentos (pão)	319
6.6.4.3	Atividade B1 - A presença de microrganismos na boca e a eficácia da higiene oral no controlo desses microrganismos.....	322
6.6.4.4	Atividade B2 - A presença de microrganismos nas mãos e a eficácia da lavagem das mãos no controlo desses microrganismos.....	332
6.6.4.5	Atividade C - Microrganismos que intervêm no tratamento de águas residuais	336
6.7	Conclusão (fase 3).....	342
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES GERAIS		345
7.1	Limitações da investigação	346
7.2	Sugestões para futuras investigações	347
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		349

ANEXOS	373
ANEXO I - Grelhas A - 6º ano de escolaridade (M1-M3)	373
ANEXO II – Grelhas A - 5º ano de escolaridade (M4-M6).....	376
ANEXO III – Grelhas A1 - 6º ano de escolaridade (M1-M3).....	378
ANEXO IV – Grelhas A1 - 5º ano de escolaridade (M4-M6)	383
ANEXO V – Grelhas B (5.º+ 6.º anos) – PARÂMETROS.....	386
ANEXO VI – Relação entre questões de investigação e as categorias do questionário por parâmetro de análise.....	399
ANEXO VII - Questionário	404
ANEXO VIII – Carta solicitação autorização dirigida aos agrupamentos de escola para a realização das atividades experimentais.....	409
ANEXO XIX – Pré-teste/Pós-teste aplicado antes e depois da intervenção educativa.....	410
ANEXO X – Protocolos Experimentais construídos e utilizados nas atividades da intervenção pedagógica.....	413
ANEXO XI - Diários	431

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Relação entre as questões de investigação e as fases do estudo	9
Quadro 2 – Alguns tipos de morfologia bacteriana	16
Quadro 3 - Diferentes fases de atuação de um vírus numa célula (Adaptado de Costa, 1998)	35
Quadro 4 – Exemplos de produtos com interesse industrial produzidos por microrganismos (Adaptado de Lima, 1998)	36
Quadro 5 – Fases do tratamento dos efluentes numa ETAR (Adaptado de Mendes, 1998)	40
Quadro 6 - Lista dos ciliados mais frequentes nas lamas ativadas e respetivos grupos tróficos (Adaptado de Lima e Nicolau, 2010)	43
Quadro 7 - Fatores que influenciam a aprendizagem (adaptado de Lopes, 2000)	62
Quadro 8 – Parâmetros de análise presentes ao longo das três fases do estudo	66
Quadro 9 - Conteúdos do programa do 2.º CEB em que o tema é abordado explicitamente (grelhas A e A1)	84
Quadro 10 - Conteúdos do 1.º e 2.º CEB a ser analisados nos manuais através das grelhas B e B1 em que o tema não é abordado explicitamente (Adaptado de ME, 1991 e ME, 2004)	85
Quadro 11 - Categorias e subcategorias de análise da grelha A (Adaptação de Alves e Carvalho, 2007)	87
Quadro 12 – Grelha de análise do tipo A – 5.º Ano de escolaridade	90
Quadro 13 – Grelha de análise do tipo A – 6.º Ano de escolaridade	90
Quadro 14 - Categorias analisadas na grelha A1	91
Quadro 15 – Grelha de análise do tipo A1 – 5.º Ano de escolaridade	92
Quadro 16 – Grelha de análise do tipo A1 – 6.º Ano de escolaridade	93
Quadro 17 - Categorias e subcategorias de análise da grelha B (Adaptação de Drouin, 1987; Amador e Carneiro, 1990 e Palma, 2005)	94
Quadro 18 - Grelhas do tipo B (1.º e 2.º CEB)	97
Quadro 19 – Categorias de análise da grelha B1 e sua definição	97
Quadro 20 – Grelha do tipo B1 (1.º e 2.º CEB)	98
Quadro 21 – Lista de manuais escolares em estudo	106
Quadro 22 – Síntese da 1.ª fase do trabalho de investigação	107

Quadro 23 - Pontos do Programa do 1.º CEB onde o tema está presente de forma implícita e/ou poderia ser explorado (Adaptado de ME, 2004)	109
Quadro 24 – Pontos do Programa do 2.º CEB onde o tema é abordado direta e indiretamente (Adaptado de ME, 1991)	111
Quadro 25 – Relação de continuidade/descontinuidade entre os conteúdos do 6.º ano de escolaridade e os outros anos de escolaridade	112
Quadro 26 – Relação de continuidade/descontinuidade entre os conteúdos do 5.º ano de escolaridade e os outros anos de escolaridade	113
Quadro 27 – Conteúdos relacionados com os parâmetros de análise nos dois ciclos de ensino	113
Quadro 28 – Relação entre os parâmetros de análise e a ocorrência dos conteúdos nos programas do 1.º e 2.º CEB (PARÂMETROS 1 e 2)	114
Quadro 29 – Relação entre os parâmetros de análise e a ocorrência dos conteúdos nos programas do 1.º e 2.º CEB (PARÂMETROS 3 e 4)	116
Quadro 30 - Conteúdos analisados no 6.º ano e classificados com conotação positiva e conotação negativa	121
Quadro 31 - Número de páginas dedicado a cada temática nos manuais do 6.º ano, distribuídas pelo tipo de conotação atribuída aos microrganismos ..	124
Quadro 32 - Número de páginas que é dedicado a cada temática nos manuais do 5º ano	125
Quadro 33 - Modelo mental generalizado das ideias das crianças acerca dos microrganismos – Itens: Morfologia / Tamanho e Escala / Vivo-Não Vivo (Adaptado de Byrne, 2011)	151
Quadro 34 - Modelo mental generalizado das ideias das crianças acerca dos microrganismos – Itens: Doença, saúde e higiene (doença e infeção) / Ecologia (localização / decomposição) (Adaptado de Byrne, 2011)	152
Quadro 35 - Modelo mental generalizado das ideias das crianças acerca dos microrganismos – Itens: Aplicações tecnológicas – Alimentos / Medicina / Ambiente (Adaptado de Byrne, 2011)	153
Quadro 36 – Questões orientadoras relacionadas com os parâmetros de análise	169
Quadro 37 – Distribuição dos alunos pelos agrupamentos de escola	181
Quadro 38 - Ano de escolaridade / Sexo	181
Quadro 39 – Distribuição entre a idade e o sexo	181
Quadro 40 – Relação entre ano de escolaridade e a questão 4	184

Quadro 41 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 5	185
Quadro 42 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 6	186
Quadro 43 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 7	186
Quadro 44 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 8	187
Quadro 45 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 9	188
Quadro 46 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 10	189
Quadro 47 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 11	189
Quadro 48 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 12	190
Quadro 49 – Relação entre ano de escolaridade e a questão 13	191
Quadro 50 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 14	192
Quadro 51 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 15	192
Quadro 52 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 16	193
Quadro 53 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 17	194
Quadro 54 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 18	195
Quadro 55 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 19	195
Quadro 56 – Relação entre ano de escolaridade e a questão 20	196
Quadro 57 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 21	197
Quadro 58 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 22	198
Quadro 59 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 23	199
Quadro 60 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 24	200
Quadro 61 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 25	200
Quadro 62 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 26	201
Quadro 63 – Exemplos de desenhos da categoria <i>Antropomórfico</i> (conotação negativa e positiva)	204
Quadro 64 – Exemplos de desenhos da categoria <i>Antropomórfico</i> (sem conotação)	205
Quadro 65 – Exemplos de desenhos da categoria <i>Não Antropomórfico Real</i> (sem conotação)	205
Quadro 66 – Exemplos de desenhos da categoria <i>Não Antropomórfico Real</i> (conotação negativa e conotação positiva)	206
Quadro 67 – Exemplos de desenhos da categoria <i>Não Antropomórfico Não</i> <i>Real</i> (sem conotação e conotação negativa)	207
Quadro 68 – Exemplos de desenhos na categoria <i>Não Antropomórfico Não</i> <i>Real Animal</i> (conotação positiva e conotação negativa)	207

Quadro 69 – Exemplo de desenho na categoria <i>Não Antropomórfico Não Real Animal</i> (sem conotação)	208
Quadro 70 – Exemplos de desenhos na categoria <i>Não Antropomórfico Não Real Não Animal</i> (sem conotação)	208
Quadro 71 – Relação entre a forma <i>antropomórfica/não antropomórfica</i> e o ano de escolaridade	209
Quadro 72 – Relação entre a forma <i>antropomórfica/conotação</i> e o ano de escolaridade	209
Quadro 73 – Relação entre a forma <i>não antropomórfica/real/não real</i> e ano de escolaridade	210
Quadro 74 – Relação entre a forma <i>não antropomórfica/aparência real/conotação</i> e o ano de escolaridade	210
Quadro 75 – Relação entre a forma <i>não antropomórfica/aparência animal</i> e o ano de escolaridade	211
Quadro 76 – Relação entre a forma <i>não antropomórfica/aparência animal/conotação</i> e o ano de escolaridade	211
Quadro 77 – Relação entre a forma <i>não antropomórfica/aparência não animal/conotação</i> e o ano de escolaridade	211
Quadro 78 – Capacidades desenvolvidas através do trabalho prático experimental (adaptado de Trowbridge e Bybee,1990)	220
Quadro 79 – Objetivos do trabalho prático (Martins et al., 2006)	222
Quadro 80 – Relação entre os resultados da análise da 1. ^a e 2. ^a fase do estudo e atividades que podem ser exploradas relativamente ao Parâmetro 1 – Microrganismos e o mundo vivo	235
Quadro 81 – Relação entre os resultados da análise da 1. ^a e 2. ^a fase do estudo e atividades que podem ser exploradas relativamente ao Parâmetro 2 – Microrganismos e Saúde	236
Quadro 82 – Relação entre os resultados da análise da 1. ^a e 2. ^a fase do estudo e atividades que podem ser exploradas relativamente ao Parâmetro 3 – Microrganismos e alimentos	237
Quadro 83 – Relação entre os resultados da análise da 1. ^a e 2. ^a fase do estudo e atividades que podem ser exploradas relativamente ao Parâmetro 4 – Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente	238
Quadro 84 – Relação entre os parâmetros de análise e as propostas de atividades desenvolvidas	239

Quadro 85 – Definição das atividades realizadas	240
Quadro 86- Relação entre os conteúdos do 1.º CEB indiretamente relacionados com a ação microbiana e as atividades propostas (Adaptado de ME, 2004 e ME, 1991)	241
Quadro 87 - Objetivos associados a cada uma das classes de atividades desenvolvidas	243
Quadro 88- Relação entre o tema das atividades e as questões associadas.	244
Quadro 89 – Relação entre os conteúdos, procedimentos, técnicas e atitudes trabalhados com as atividades desenvolvidas	245
Quadro 90 - Resumo das técnicas e suas finalidades	288
Quadro 91 – Cronograma da intervenção educativa	290
Quadro 92 - Número de alunos da EB 1 nº 3 de Bragança distribuídos por ano de escolaridade	293
Quadro 93 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 1.	295
Quadro 94 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 2.	296
Quadro 95 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 3.	296
Quadro 96 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 4.	297
Quadro 97 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 5.	298
Quadro 98 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 6.	298
Quadro 99 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 7.	299
Quadro 100 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 8	300
Quadro 101 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 9	301
Quadro 102 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 10	301
Quadro 103 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 11	302
Quadro 104 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 12	303
Quadro 105 – Resultados do pré teste e pós teste quanto à forma	303
Quadro 106 – Exemplos de desenhos não antropomórficos feitos pelos alunos	304
Quadro 107 – Resultados do pré teste e pós teste quanto à aparência	304
Quadro 108 – Resultados do pré teste e pós teste quanto à conotação	

atribuída à aparência não real	305
Quadro 109 – Resultados do pré teste e pós teste quanto à conotação atribuída à aparência real	306
Quadro 110 – Diferenças nos desenhos entre o pré-teste e o pós-teste do aluno 1	307
Quadro 111 - Diferenças nos desenhos entre o pré-teste e o pós-teste da aluna 4	308
Quadro 112 - Diferenças nos desenhos entre o pré-teste e o pós-teste do aluno 9	309
Quadro 113 - Diferenças nos desenhos entre o pré-teste e o pós-teste do aluno 16 (com NEE)	309
Quadro 114 - Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 5	310
Quadro 115- Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 7	311
Quadro 116 - Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 11	311
Quadro 117 - Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 15	312
Quadro 118- Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 6	313
Quadro 119 - Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 8	313

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Alguns microrganismos que constituem a flora comensal e a sua localização no corpo humano (Adaptado de Silva e Appelgerg, 1998)	24
Figura 2 – Principais etapas do processo biotecnológico (Adaptado de Lima, 1998)	35
Figura 3 - Exemplos de aplicação dos microrganismos em algumas áreas ..	37
Figura 4 - Rede trófica das lamas ativadas (Adaptado de Nicolau et al, 1997)	42
Figura 5 - Exemplos de subcategorias usadas para analisar as imagens nos manuais escolares	87
Figura 6 - Exemplos de subcategorias de legenda das imagens	88
Figura 7 - Classificação das imagens quanto à semiologia	95
Figura 8 - Classificação da imagem quanto à pedagogia - Foto com função motivadora (M11:99)	95
Figura 9 - Classificação da imagem quanto à pedagogia - Foto com função metalinguística (M14:38)	95
Figura 10 - Classificação da imagem quanto à pedagogia - Foto com função explicativa (M11:33)	95
Figura 11 - Desenho da análise efetuada ao longo dos anos de escolaridade	101
Figura 12 - Relação entre as categorias usadas para analisar os desenhos das crianças	203
Figura 13 - Relação entre atividade prática, laboratorial e experimental (adaptado de Martins et al. 2006)	222
Figura 14 – Protocolo A0 (página 1)	269
Figura 15 – Protocolo A0 (página 2)	270
Figura 16 – Página 1 do Protocolo A1	271
Figura 17 – Página 2 do Protocolo A1	272
Figura 18 – Página 3 do Protocolo A1a	273
Figura 19 – Página 3 do Protocolo A1b	273
Figura 20 – Página1 do Protocolo A2	275
Figura 21 – Página 2 do Protocolo A2	276
Figura 22 – Página 3 do Protocolo A2	277
Figura 23 – Página 1 do Protocolo B1	278
Figura 24 – Página 2 do Protocolo B2	279

Figura 25 – Página 3 do Protocolo B1	280
Figura 26 – Página 4 do Protocolo B1	281
Figura 27 – Página 1 do Protocolo B2	282
Figura 28 – Página 2 do Protocolo B2	283
Figura 29 – Página 3 do Protocolo B2	284
Figura 30 – Página 1 do Protocolo C	285
Figura 31 – Página 2 do Protocolo C	286
Figura 32 – Página 3 do Protocolo C. Tabela fornecida aos alunos com alguns exemplares de microrganismos que podemos encontrar na água das ETAR (Adaptado de Madoni,2005)	287
Figura 33 – Representação gráfica das técnicas ou instrumentos de recolha de dados	289
Figura 34 – Exemplos de desenhos Não real / Real	305
Figura 35 – Colocando o fermento de padeiro, a farinha e o açúcar no frasco / medindo a água com a seringa graduada para dentro do frasco	315
Figura 36 – Registando os resultados observados no balão do frasco A e do frasco controlo	315
Figura 37a – Resultados após os 30 minutos	316
Figura 37b - Registo dos alunos	316
Figura 38 - Observação das leveduras do frasco A ao microscópio / Exemplo de registo dos alunos	317
Figura 39 – Mistura dos ingredientes no prato / Massa pronta na iogurteira..	320
Figura 40a – Registo das observações no protocolo	321
Figura 40b - Conversão dos registos das observações num gráfico	321
Figura 41a - Recolha da placa dentária	324
Figura 41b - Coloração da preparação com azul de metileno	324
Figura 42a - Observação da placa dentária ao microscópio	324
Figura 42b - Registo dos alunos	324
Figura 43a - Identificação das placas “antes de lavar os dentes” e “depois de lavar os dentes”	327
Figura 43b - Manipulação das placas com meio de cultura pelos alunos	327
Figura 44a – Lavagem dos dentes antes da contaminação da placa de petri	327
Figura 44b - Recolha de placa dentária após lavagem dos dentes	327
Figura 45 - Observação das placas contaminadas / Registo da contagem de colónias no protocolo	328

Figura 46 – Registos dos alunos acerca da análise das placas contaminadas	329
Figura 47- Aspeto das placas contaminadas antes e depois de lavar os dentes	329
Figura 48 - Registo atípico dos resultados do Grupo 1, com maior contaminação após a lavagem dos dentes	330
Figura 49 - Contaminação da placa com a mão	332
Figura 50a - Aspeto das placas contaminadas antes e depois de lavar as mãos	333
Figura 50b - Registos dos alunos - placas antes de lavar as mãos e depois de lavar as mãos	333
Figura 51- Registo atípico dos resultados do Grupo 4, com uma baixíssima contaminação “antes de lavar as mãos”	334
Figura 52- Esquema representativo do ciclo urbano da água (AdDP, 2008)..	337
Figura 53 - Tabela de identificação simples de alguns microrganismos que podemos encontrar nas águas de uma ETAR, fornecida aos alunos (adaptado de Madoni, 2005)	339
Figura 54a – Exemplos de registos dos alunos dos microrganismos observados	340
Figura 54b – Exemplos de registos dos alunos dos microrganismos observados	340

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL

1.1 Relevância do estudo

Este estudo aborda a temática “microrganismos” e o enquadramento atual em que ele surge apresenta dois conjuntos de aspetos problemáticos que devemos ter em consideração. Por um lado, os que influenciam o conhecimento das próprias crianças, como a construção de crenças derivadas da constante interpretação do meio que as rodeia, a forte influência da socialização primária, a pressão dos media¹, numa sociedade cada vez mais informada e atualizada. Por outro lado, o próprio sistema de ensino, através das Orientações Curriculares e Programas emanados do Ministério da Educação, e os manuais escolares que se baseiam nessas orientações e programas que, por sua vez, são utilizados pelos professores na sala de aula, também estes com as suas próprias crenças, sujeitos a uma formação inicial com lacunas do ponto de vista científico relativamente a esta temática.

A importância dada ao tema “microrganismos”, nos programas e orientações curriculares, assim como nos respetivos manuais escolares, assume-se como um dos pontos de partida a considerar. Relativamente aos programas, salienta-se a sua importância intrínseca relativamente à legitimidade, prioridade e pertinência da abordagem do que pretende ensinar. Quanto aos manuais escolares, destaca-se a sua relevância inquestionável, como recurso utilizado pelo professor na sala de aula (Brigas, 1997; Teixeira et al., 1999; Campanário e Otero, 2000; Santos, 2001), sendo mesmo o recurso mais utilizado por alguns professores (Gérard e Roegiers, 1998), apresentando um protagonismo destacado (Silva, 2007). Assim, o tipo de aproximação a este tema, no programa e nos manuais, é, de facto, importante quando queremos que abordagens mais completas cheguem às crianças e as satisfaçam no que diz respeito à sua necessidade de compreender o mundo que as rodeia.

Passando do currículo e manuais para as próprias crianças, torna-se importante saber o que estas pensam acerca dos microrganismos. Que representações mentais possuem acerca destes seres vivos. Vários estudos debruçaram-se sobre esta temática (Nagy, 1953; Maxted, 1984; Jones e Rua, 2006; Byrne et al. 2009; Byrne, 2011) e defendem a importância do conhecimento destas ideias prévias, no sentido de podermos

¹ Ex: A televisão, rádio, jornais, revistas, Internet, etc.

atuar de modo efetivo e promover aprendizagens significativas acerca destes seres vivos (Byrne e Sharp, 2006; Byrne, 2011).

Desde muito cedo, as crianças ouvem falar de microrganismos. Frequentemente designados com nomes comuns, como “bichos” ou, mais científicos, “micróbios”, as crianças desenvolvem conceitos acerca destes seres relacionados, na esmagadora maioria, com o aparecimento de doença. Deste modo, são interiorizadas crenças e associações entre os microrganismos e determinadas doenças, facto a que não é alheia a interferência da comunicação social² e das pessoas que lhes são próximas.

De facto, as crianças apresentam um conhecimento muito vago da existência destes seres e ligado a uma conotação negativa. No entanto, é importante que elas reconheçam outra faceta dos microrganismos, como a importância de alguns papéis desempenhados por estes seres vivos na sua vida e no planeta em geral, até agora desconhecidos para elas.

Tendo em conta que o limite de resolução do olho humano é aproximadamente 0,1 mm, existe uma fronteira visual entre o que é a realidade para a criança e um mundo “invisível”, que lhe é desconhecido e que, por isso, é representado por ela através de analogias e comparações com objetos ou seres que lhe são familiares ou pertencentes ao seu imaginário. Existe uma necessidade intrínseca da criança em compreender tudo a que a rodeia e essa necessidade, aliada às ideias que vai construindo acerca do mundo, gera conceções alternativas com significado para as próprias, na procura de uma meta pessoal em satisfazer essa curiosidade. Essas conceções podem enraizar-se na sua estrutura cognitiva e, conseqüentemente, apresentar resistência à mudança. Sabe-se que quanto mais cedo for promovida a mudança conceptual, mais facilmente a criança aceitará a nova informação e poderá progredir na sua aprendizagem.

Os aspetos referidos, para além do modo como os conteúdos curriculares estão representados no currículo e nos manuais e as ideias prévias que as crianças apresentam e trazem para a sala de aula, podem constituir obstáculos à aprendizagem (Clément, 1998). Assim, torna-se relevante a realização de estudos que analisem o currículo e os manuais, no sentido de propor melhorias e, nesse sentido, tendo em conta uma conceção

² Através da comunicação social, quando se aborda a descoberta de novos produtos e/ou avanços em áreas como a biotecnologia em que são protagonistas microrganismos, dá-se ênfase ao produto em si e não aos seres vivos envolvidos no desenvolvimento desse produto. O termo “micróbio” ou “microrganismo”, quando surge, é apresentado com uma relação exclusiva com a doença. Lembremo-nos de episódios recentes e mediáticos como o caso da pneumonia atípica, ou a gripe das aves. É através deste tipo de notícias, que os microrganismos são posicionados como protagonistas e nos são evidenciados e apresentados. As crianças embora nos possam parecer muitas vezes passivas à exposição deste tipo de informação, de facto não o são e interiorizam este tipo de conotação explícita debitada pelos media.

construtivista da aprendizagem, torna-se importante saber o que as crianças pensam acerca dos conteúdos antes de estes lhes serem abordados (Coll et al., 2001), sendo que, qualquer intervenção educativa deverá começar pela deteção das ideias prévias das crianças. A abordagem aos microrganismos, através do ensino experimental das ciências, numa perspetiva construtivista, é uma forma privilegiada de promoção da aprendizagem para a criança.

Desmistificando a imagem predominantemente negativa dos microrganismos, torna-se fundamental que as crianças descubram a associação de alguns destes seres vivos a fenómenos ou produtos com que contactam diariamente. O papel de alguns microrganismos na produção de alimentos tão familiares às crianças, como o pão, o iogurte e o queijo; no controlo da poluição das águas residuais produzidas diariamente nas nossas casas e tratadas nas ETAR³; no fabrico de medicamentos que ajudam a prevenir e a combater a doença; a sua importância na intervenção no ciclo da matéria dos ecossistemas, são apenas alguns exemplos.

De realçar, que estamos perante aspetos de crucial importância que interferem na nossa vida, como seres humanos, mas também, de uma forma mais global, no funcionamento de toda a vida no planeta. Neste sentido, a opção em focarmo-nos no tema *microrganismos* apoia-se na sua importância indiscutível para a vida na Terra. Evidenciar o papel dos microrganismos é essencial para que as crianças compreendam a sua importância vital, tanto nos sistemas biológicos, como no seu uso crescente nas novas tecnologias, mais especificamente na biotecnologia⁴.

Têm sido realizados estudos, embora raramente e muito esporadicamente, acerca dos microrganismos, com vista a “apresentar” às crianças este mundo que lhes é tão desconhecido. No nosso país têm sido desenvolvidos alguns projetos e estudos envolvendo os microrganismos e crianças de várias idades. É importante salientar aqui alguns deles. O projeto *Micróbios à mostra na Escola*, patrocinado pelo Ciência Viva, entre 1999 e 2001, foi executado pelo Departamento de Botânica e Engenharia Biológica do Instituto Superior de Agronomia⁵; o projeto *pollen*, também patrocinado pelo Ciência Viva⁶;

³ Estação de Tratamento de Águas Residuais.

⁴ O seu uso crescente na medicina, produção de alimentos, proteção ambiental e outros processos de biotecnologia torna imperativo que as crianças estejam bem informadas acerca destes processos (Gillen e Williams, 1993; Lock, 1996; Simonneaux, 2002; Scaechter et al., 2004; Byrne e Sharp, 2006; Jones e Rua, 2006).

⁵ Deste projeto, do ano de 2004, nasceu um manual (Margaça et al., 2004) orientando para a excussão de atividades experimentais envolvendo os microrganismos na escola, adaptado ao ensino secundário e com secções para o ensino básico.

⁶ De salientar a ação “Sabores com muita sabedoria: o pão e a broa – micróbios úteis em ação” (2007).

o projeto *Bio Safe – Segurança alimentar para os mais novos – materiais de apoio para os professores do Ensino Básico*⁷, foi concretizado por uma equipa de profissionais de cinco países europeus com o objetivo de dotar as escolas e respetivo corpo docente de um material pedagógico pertinente na educação em boas práticas de higiene e segurança alimentar; o projeto *De pequenino se torce o pepino: lições de segurança alimentar para os mais novos*⁸, patrocinado pelo programa *Ciência Viva V* e levado a cabo pela Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa, em parceria com quatro escolas do distrito do Porto. Este projeto teve como grande objetivo sensibilizar professores, alunos e outros intervenientes da ação educativa para questões relacionadas com a segurança dos alimentos e promover a realização de atividades experimentais nas escolas. Ao nível internacional destaca-se a SGM⁹ (Society of General Microbiology) que desenvolve, desde há vários anos, programas de atividades de microbiologia nas escolas do ensino básico e secundário, assim como a formação de professores nesta temática.

Estudos como os levados a cabo por Simonneaux (2000, 2002); Byrne e Sharp (2006); Byrne, et al (2009), Byrne (2011); e Jones e Rua (2006) são bons exemplos de abordagem ao tema, tendo sido realizados com públicos diversificados, principalmente no que diz respeito à deteção de conceções acerca dos microrganismos e propostas de atuação ao nível do currículo e em contexto de sala de aula.

É necessário que, de um modo progressivo, as crianças tenham acesso a uma informação correta e completa acerca destes seres vivos, especialmente relacionada com o desenvolvimento de tecnologias envolvendo microrganismos, de modo que fiquem cientes ou a par destas aplicações da ciência, assim como os aspetos éticos e sociais que trazem associados (Lock, 1996; Hill et al, 2000; Simonneaux, 2002; Scaechter et al., 2004). Este facto torna-se ainda mais importante considerando que, mais do que nunca, a relação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) está enraizada no nosso estilo de vida. O conhecimento, por parte das crianças, das atividades microbianas é um importante contributo para que elas possam entender esta relação.

Incluir o estudo da microbiologia no currículo para o século XXI é o caminho a seguir para ajudar as crianças a compreender e apreciar a importância dos microrganismos no seu dia a dia, para que sejam capazes de tomar decisões adequadas agora e no futuro

⁷ Associação para a Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica (AESBUC). <http://www.foodsafe.aesbuc.pt/>

⁸ Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa (2004). <http://www.esb.ucp.pt/twt/pepino/>

⁹ <http://www.microbiologyonline.org.uk/>

(Millar e Osborne, 1998; Harms, 2002; Simonneaux, 2002; Osborne et al., 2003). E, neste seguimento, de acordo com Byrne (2011), a pesquisa acerca das ideias que as crianças têm acerca dos microrganismos poderá ajudar no desenvolvimento de um currículo apropriado de modo a garantir esses objetivos.

Este enquadramento leva à redação de alguns pressupostos que justificam e apoiam a realização deste estudo.

1.1.1 Pressupostos que justificam o estudo

- O ensino experimental das ciências, em particular no 1.º CEB, tem sido objeto de estudo de muitos investigadores¹⁰ e os resultados obtidos têm indicado a sua importância no desenvolvimento de capacidades científicas, espírito crítico e reflexivo. Tendo em conta a importância do desenvolvimento precoce destes aspetos no sentido de promover indivíduos autónomos e com papel relevante na sociedade, há que insistir em estudos que valorizem esta temática;

- Dada a curiosidade inata das crianças e a capacidade de se deslumbrarem com coisas novas, consideramos que as atividades experimentais com microrganismos, com alunos do 1.º CEB, para além de serem um contributo para o desenvolvimento de competências científicas, envolvem as crianças num ambiente de novidade, fascínio e descoberta. É, certamente, um motivo para proporcionar aulas motivantes e entusiasmantes, promotoras de conhecimento do meio físico e de relações interpessoais. Vemos, nesta temática, uma oportunidade para valorizar o ensino das ciências no 1.º CEB, em particular o ensino experimental das ciências, processo gerador de capacidades que contribuem para o desenvolvimento harmonioso e saudável da criança;

- Esta é uma área que, acreditamos, potencia o aumento da perceção do mundo físico-natural envolvente da criança e da biodiversidade do nosso planeta, desvendando um outro tipo de seres vivos que, apesar de não serem perceptíveis a olho nu, existem e são tão ou mais importantes para o nosso planeta como os *animais e plantas* abordados nos manuais escolares do 1.º CEB;

¹⁰ (Ex.): Sá (1996, 1998, 2002); Hodson (1998); Harlen (1999, 2007); Leite (2001); Tenreiro-Vieira (2002); Cachapuz et al. (2002); Martins (2002a); Pires (2002); Pereira (2002); Pires et al. (2004); Charpak (2005); Martins et al. (2006); Lakin (2006); Sá e Varela (2007); Varela (2009); Rodrigues (2011).

- Esta é uma área de estudo pouco desenvolvida no nosso país. Salvo algumas abordagens¹¹ o tema não é estudado em investigações mais pormenorizadas e aprofundadas;
- Uma breve análise dos programas e dos manuais do 1.º e 2.º CEB permite-nos fazer uma reflexão acerca da importância que tem sido atribuída ao tema “microrganismos” e detetar onde poderão existir falhas, propondo alternativas no sentido de as tentar superar. Esse exercício deverá ser feito, tendo em conta a promoção de uma aprendizagem mais abrangente e eficaz no que diz respeito à perceção do mundo natural envolvente da criança;
- A relação entre a Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) pode ser evidenciada e valorizada no currículo do 1.º CEB, através da abordagem à temática dos microrganismos e microbiologia em geral;
- Apesar da intensa investigação que tem sido realizada sobre o ensino experimental das ciências, verifica-se que, apesar de ter havido uma evolução significativa, muito ainda falta fazer para que ocorra uma mudança efetiva nas práticas da escola. Assim, o surgimento deste tipo de trabalhos promove a valorização da formação em ciência, e didática em ciência, dos professores do 1.º Ciclo do Ensino Básico;
- O baixo nível de literacia científica, no que diz respeito a conteúdos de microbiologia, demonstrado pelos professores do 1.º CEB¹², obriga a que se construam propostas de atividades experimentais que envolvam os microrganismos (microbiologia) com o objetivo de as aplicarem com sucesso com os seus alunos;
- Um outro aspeto prende-se com a elevada motivação para esta área de estudo apresentada pelo proponente desta investigação, derivada, também, pelo facto de ser docente na área das Ciências da Vida, Saúde e Ambiente, de futuros Professores do Ensino Básico, numa Escola Superior de Educação, tendo, por um lado, acesso facilitado

¹¹ Alguns investigadores têm-se debruçado sobre este assunto. Salientam-se alguns trabalhos do CESE acerca do tema, elaborados no IE – Instituto de Educação (antigo IEC) da Universidade do Minho, com Professores do 1.º CEB orientados pelo Prof. Doutor Nelson Lima e pela Prof. Doutora Graça Carvalho [ex.: Costa (1995); Mesquita (1995); Sousa (1995); Silva, I.C. (1997) Silva, M.C. (1999) e Mendanha (1999)]; atividades no âmbito do Projeto “Ciência Viva” propostas pela Prof. Doutora Maria da Conceição Loureiro Dias do ISA (Universidade Técnica de Lisboa); trabalhos realizados pela Prof^a. Doutora Luísa Neves (da ESE de Viana do Castelo). Projetos desenvolvidos por equipas pluridisciplinares na Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica, projeto “*De pequenino se torce o pepino*” e *Biosafe – segurança alimentar para os mais novos*; teses de mestrado que abordam este tema (ex.: Martins, 2011).

¹² O investigador é docente na Escola Superior de Educação de Bragança e tem contacto próximo com um grande número de docentes do 1.º CEB. Tem verificado que o nível de conhecimento destes professores, relativamente a estes seres vivos, é muito escasso, estando muitas vezes associado ao senso comum e até confundindo-se, com as ideias das próprias crianças do 1.º CEB. Este facto é documentado por Jones e Rua (2006) que detetou este aspeto num estudo com alunos e professores do ensino básico norte americano.

às suas práticas educativas e dificuldades associadas, vendo, desta forma, aqui uma oportunidade para desenvolver e aprofundar o estudo desta temática.

Apresentada a problemática, a relevância e os pressupostos que apoiam a realização deste estudo, levantaram-se questões de investigação que se pretendem ver respondidas.

1.2 Questões de investigação

Em qualquer tipo de investigação científica, o primeiro passo consiste em identificar e definir o problema de investigação. Este deve explicar-se claramente tendo em conta os objetivos a alcançar. Além disso, na formulação de um problema este deve ser realista; deve ser resolúvel, podendo ser submetido a argumentos empíricos; deve ser claro, estar formulado com termos precisos e ausente de ambiguidade; deve ser funcional, ou seja, expressar uma relação entre duas ou mais variáveis (Posada, 2001). No entanto, segundo Goodwin e Goodwin (1996), a abordagem aos problemas de investigação, sob a forma de questões diretas, são preferíveis e recomendáveis. As questões de investigação têm a virtude de enquadrar de uma forma mais precisa os problemas de investigação.

Posto isto, torna-se pertinente colocar as seguintes questões de investigação como ponto de partida para a realização deste estudo:

1- Como tem sido abordada a temática dos microrganismos nos programas e manuais de Estudo do Meio do 1.º CEB e de Ciências da Natureza do 2.º CEB (Que relações existem entre as orientações curriculares, relativamente a esta temática, e os conteúdos nos manuais? Quais os conteúdos, caso existam, que são recorrentes entre o 1.º e o 2.º CEB? Quais as representações que estão implícitas e explícitas nos manuais)?

2- Que representações ou ideias prévias apresentam as crianças no final do 1.º e 2.º CEB relativamente aos microrganismos?

3- De que modo as atividades experimentais em microbiologia contribuem para uma efetiva mudança de conceções prévias relativamente aos microrganismos?

Considerando a principal finalidade do estudo, elaboraram-se objetivos gerais e específicos que pretenderam dar resposta às questões de investigação.

1.3 Finalidade e Objetivos

O trabalho tem como principal finalidade ***criar e aplicar um conjunto de atividades experimentais para o ensino de conteúdos de microbiologia, inseridos na área de Estudo do Meio, valorizando o ensino experimental das ciências no 1.º Ciclo do Ensino Básico.***

Para isso, definiram-se os seguintes objetivos gerais e específicos:

1. Analisar a abordagem de conteúdos relacionados com os microrganismos nos programas e manuais do 1.º e 2.º CEB, na área de Estudo do Meio e de Ciências da Natureza, respetivamente.

- a) Identificar secções nos programas e manuais do 1.º e 2.º CEB que abordam direta, ou indiretamente, conteúdos relacionados com os microrganismos;
- b) Verificar a sequencialidade de conteúdos entre os dois ciclos de ensino relativamente aos conteúdos relacionados com os microrganismos;
- c) Identificar nos programas e manuais do 1.º e 2.º CEB secções onde os conteúdos relacionados com os microrganismos podem ser abordados.

2. Fazer um levantamento das concepções alternativas das crianças no final do 1.º e 2.º CEB relativamente aos microrganismos.

- a) Identificar concepções alternativas das crianças no final do 1.º e 2.º CEB relativamente aos microrganismos, segundo os parâmetros de análise, *seres vivos, saúde, alimentos, indústria, tecnologia e ambiente.*

3. Verificar o impacto de uma intervenção educativa sobre microrganismos na mudança conceptual relativamente ao tema, em alunos do 4.º ano de escolaridade.

- a) Criar atividades experimentais acerca dos microrganismos adaptadas ao 4.º ano de escolaridade;

- b) Implementar em sala de aula, no 4.º ano de escolaridade, atividades experimentais acerca dos microrganismos.
- c) Identificar a ocorrência (ou não) de mudança conceptual, após a implementação de atividades experimentais acerca dos microrganismos em alunos do 4.º ano de escolaridade.

No sentido de dar resposta aos objetivos propostos, o trabalho foi dividido em 3 fases distintas mas interrelacionadas, associadas, cada uma delas, às questões de investigação respetivas (Quadro 1).

Quadro 1 – Relação entre as questões de investigação e as fases do estudo

Fase do Trabalho	Questão de investigação que se pretende ver respondida com esta fase	Caracterização da fase do trabalho
Fase 1	Como tem sido abordada a temática dos microrganismos nos programas e manuais de Estudo do Meio do 1.º CEB e de Ciências da Natureza do 2.º CEB (Que relações existem entre as orientações curriculares, relativamente a esta temática, e os conteúdos nos manuais? Quais os conteúdos, caso existam, que são recorrentes entre o 1.º e o 2.º CEB? Quais as representações que estão implícitas e explícitas nos manuais)?	Análise aos programas do 1.º e 2.º CEB - área de Estudo do Meio e Ciências da Natureza, respetivamente, e respetivos manuais escolares, em três momentos temporais distintos, em relação à temática “microrganismos”. Com esta fase pretendeu-se saber o tipo de abordagem realizada, a importância dada ao tema, assim como os conteúdos relacionados e os momentos, nos dois ciclos, onde podem ser explorados.
Fase 2	Que representações ou ideias prévias apresentam as crianças no final do 1.º e 2.º CEB relativamente aos microrganismos?	Levantamento das conceções alternativas acerca do tema apresentadas pelos alunos no final do 1.º e 2.º CEB.
Fase 3	De que modo as atividades experimentais em microbiologia contribuem para uma efetiva mudança de conceções prévias relativamente aos microrganismos?	Planificação e execução de um conjunto de atividades experimentais acerca do tema “microrganismos”, adaptadas ao 1.º CEB e aplicadas em sala de aula. Foram tidos em consideração os resultados encontrados nas fases anteriores do trabalho. Pretendeu-se valorizar o ensino experimental das ciências, como veículo de aquisição de conhecimentos acerca dos microrganismos, e os aspetos do dia a dia com eles relacionados, contribuindo para uma melhor perceção do meio físico-natural envolvente da criança e o desenvolvimento de capacidades científicas básicas e complexas, aspetos que contribuem para uma melhoria da sua literacia científica.

1.5 Estrutura do trabalho de investigação

Este trabalho de investigação divide-se da seguinte forma:

Inicia com um enquadramento teórico geral onde estão explanados os temas transversais ao estudo, ou seja, as temáticas abordadas ao longo da investigação.

Segue-se a apresentação da metodologia, onde se caracteriza para além do enquadramento metodológico, os tipos de estudo, o desenho de investigação e os procedimentos aplicados, em cada fase, sempre que aplicável.

Optou-se por dividir o trabalho em três grandes partes, que correspondem às três fases do trabalho, respetivamente, por considerarmos que, desta forma, é proporcionada uma melhor leitura, perceção e relação entre os resultados.

A subdivisão dentro de cada fase é semelhante e segue a seguinte estrutura: Enquadramento teórico, Construção dos instrumentos de medida, Técnicas ou instrumentos de recolha de dados, Critérios de seleção (manuais/amostra/participantes), Resultados e discussão, Conclusão (Fase1/Fase2/Fase3).

Seguem-se as Conclusões gerais da investigação, as Referências Bibliográficas e os Anexos.

CAPÍTULO 2 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

2.1 Os microrganismos

Os microrganismos são seres vivos essenciais à vida na Terra. Vários registos fósseis mostram que foram os primeiros organismos vivos a habitar o planeta e, desde então, até aos dias de hoje, a sua relação com todos os outros seres vivos tem vindo a ser muito estreita, seja indiretamente, por exemplo, através da sua envolvimento nos ciclos biogeoquímicos, que permitem a circulação da matéria no planeta, seja diretamente, por exemplo, no funcionamento dos próprios seres vivos (Pelczar et al., 1993; Ferreira et al., 2010). De facto, de acordo com Lopes (2002), o equilíbrio da vida no planeta assenta em mecanismos de dinâmica das populações e nas múltiplas relações entre fatores abióticos e bióticos e são os microrganismos que, possuindo características próprias, completam os ciclos geobiológicos necessários à existência e à evolução da vida na Terra.

Apesar de se saber que alguns microrganismos provocam grandes malefícios aos seres vivos, também se sabe, desde há muitas décadas, que a maioria desempenha importante papel na existência e bem estar da humanidade, sendo responsáveis por fenómenos essenciais à vida no nosso planeta. Globalmente, a importância dos micróbios advém não só das reações metabólicas que levam a cabo e do conjunto de interações (benéficas ou nocivas) que estabelecem com outros seres vivos mas também do seu grande número, na medida que representam (apenas eles) cerca de dois terços do peso total da matéria viva existente no planeta (Postgate, 2002; Ferreira e Sousa, 2010).

Estes seres estão presentes nos fenómenos de vida e de morte de todos os seres vivos e, desde há milénios, que o Homem¹³ usufrui dos benefícios dos microrganismos e da atividade microbiana nas mais diversas áreas, como por exemplo, o fabrico do pão, queijo, iogurte, chocolate, bebidas fermentadas (vinho, cerveja, etc.), o vinagre, assim como, a sua influência na cura de certos alimentos, atribuindo-lhes um sabor característico (ex.: das azeitonas, dos enchidos e de alguns queijos). Os microrganismos são igualmente responsáveis pela produção de antibióticos e vacinas no combate à doença e por outros medicamentos relacionados com a restauração da flora intestinal. São também responsáveis pelo processo de biorremediação, pelo tratamento de efluentes e ainda

¹³ Embora, desde há milhares de anos até ao início do século XX, o Homem o fizesse de forma inconsciente, pois não reconhecia a existência dos microrganismos, aproveitavam já as vantagens do uso de certos "métodos" para a obtenção de alimentos ou melhoria e/ou conservação dos mesmos.

utilizados na engenharia genética na produção de medicamentos, hormonas, proteínas, enzimas e outros produtos variados.

Postgate (2002) refere também que os microrganismos têm um papel importante nas mudanças cíclicas dos elementos biológicos no nosso planeta. Neste sentido, eles são de importância fundamental para a economia terrestre e, sem eles, os organismos superiores simplesmente deixariam de existir.

De seguida, apresentam-se algumas considerações relativas a estes organismos, na sua componente de diversidade biológica, nas perceções que a sociedade, em particular as crianças, apresenta acerca destes seres vivos e como devem ser abordados na escola.

2.1.1 Os microrganismos e a microbiologia

Segundo Postgate (2002), o objeto de estudo da microbiologia diz respeito a organismos que são constituídos por uma única célula, ou por um agregado de poucas células semelhantes, que não se desenvolvem em agregados mais complexos de células diferentes, isto é, que não sofrem diferenciação. Dado o reduzido tamanho das células, para se conseguirem observar os microrganismos, é necessário um microscópio¹⁴. Assim, podemos dizer que a microbiologia estuda, geralmente, os seguintes cinco grandes grupos de seres vivos unicelulares ou não celulares – algas, protozoários, fungos, bactérias e vírus - assim como grupos de entidades diferentes, como os príões¹⁵, dos quais não se tem ainda um conhecimento tão vasto como o dos grupos anteriores.

De acordo com Ferreira e Sousa (2010), a microbiologia é uma ciência relativamente recente, tendo sido reconhecida como tal em meados do século XIX, com as importantes experiências de Louis Pasteur e Robert Koch. As descobertas e os avanços que foram realizados desde então foram de tal modo extraordinários que tornou-se necessário subdividir a microbiologia em diversos ramos científicos que vieram revolucionar a visão do Homem sobre a natureza, tanto em relação ao seu modo de funcionamento como nas interrelações estabelecidas.

¹⁴ No entanto as fronteiras são pouco nítidas. Em três dos grandes grupos de micróbios, existem alguns que, em alguma fase dos seus ciclos de vida, formam agregados, contendo dois, ou mesmo três, tipos de células ou que atingem um tamanho suficientemente grande para serem visíveis a olho nu. Nestes casos, existe uma sobreposição da microbiologia com a botânica e com a zoologia.

¹⁵ Os vírus e os príões são partículas ou seres acelulares dado apresentarem uma estrutura bem mais simplificada que a célula. Por se considerar a célula como a unidade básica de todos os seres vivos, os vírus e os príões são considerados por muitos investigadores como seres “não vivos”, apesar de serem capazes de desencadear reação biológica (não autónoma).

Os micróbios foram, pela primeira vez, descritos no século XVII, pelo holandês Anton van Leeuwenhoek¹⁶, e dados a conhecer numa sequência de cartas enviadas à *Royal Society* de Londres. Leeuwenhoek construiu um microscópio primitivo, mas muito eficiente, com o qual conseguiu observar microrganismos. De acordo com Postgate (2002), Leeuwenhoek, nos registos e desenhos que transcreveu para as cartas enviadas, descreveu uma variedade de seres que observou em amostras de água, vinagre, saliva, entre outras. Na verdade, ele conseguia ver seres, invisíveis e desconhecidos até à data, como bactérias, leveduras e protozoários, a que, no seu conjunto, chamamos micróbios, ou microrganismos.

Ferreira e Sousa (2010) referem ainda que, embora os microrganismos tivessem sido visualizados por Leeuwenhoek aproximadamente 200 anos antes das descobertas de Louis Pasteur e de Robert Koch, o interesse que nessa altura despertaram na comunidade científica foi muito reduzido. Assim, estes seres vivos microscópicos, a que só no início do século XX foi dado o nome de *micróbios*, só puderam ser realmente vistos quando o Homem utilizou lentes e descobriu, através delas, a sua existência. No entanto, durante muitos anos estas descobertas mantiveram-se no esquecimento e só durante a época de Louis Pasteur¹⁷ (considerado por muitos como o *pai* da microbiologia), com o uso simultâneo do microscópio e dos meios de cultura bacterianos¹⁸, assistiu-se à descoberta do mundo microbiano.

A especificidade e variedade dos microrganismos, aliadas aos avanços do conhecimento científico da microbiologia nas últimas décadas, conduziram à criação de ramos de especialização. Assim, os microrganismos são hoje estudados em diversas áreas, tais como a *bacteriologia*, que desenvolve variadas formas do saber respeitantes à vida das bactérias; a *micologia*, que estuda os fungos existentes na natureza e a sua interligação com o Homem e com o ambiente; a *ficologia* ou *algologia*, que estuda as algas existentes em água doce e águas marinhas; e a *virologia*, que aprofunda conhecimentos sobre os vírus (Ferreira e Sousa, 2010).

¹⁶ Anton van Leeuwenhoek, um holandês mercador de tecidos, tinha um gosto especial por lentes (que construía e polia) e usava-as para detetar possíveis defeitos ou irregularidades nos tecidos que vendia. As primeiras observações feitas em diversos líquidos e produtos biológicos continham seres minúsculos, a que chamou *animalcules*, e cuja visualização conseguiu com o seu microscópio rudimentar de finas lentes sobrepostas, mas que chegavam a permitir ampliações de 300 vezes isentas de distorção (Ferreira e Sousa, 2010).

¹⁷ Pasteur era um químico francês dos finais do séc. XIX, que descreveu observações que apoiaram a hipótese de que a fermentação e a putrefação, que se pensava serem processos puramente químicos, eram devidos aos microrganismos. O seu trabalho entrou para a história e serviu de alavanca para tudo o que hoje se sabe acerca dos microrganismos.

¹⁸ Meios que permitiriam o isolamento dos microrganismos.

2.1.2 Os microrganismos como parte da biodiversidade

Os microrganismos habitam o nosso planeta há muitos milhares de milhões de anos e parecem ter sofrido, tal como todos os outros seres vivos, um processo de evolução. Eles são considerados os nossos antepassados mais remotos e podemos encontrá-los em toda a parte numa enorme diversidade. Assim, *existem no solo, participando na sua fertilidade e provocando aí inúmeras transformações, e estão presentes no interior da Terra, a poucos e a muitos quilómetros da sua superfície, nas profundezas mesmo da crosta terrestre onde as temperaturas podem ser extremas. São encontrados em grande abundância nos oceanos, tanto à superfície como nos abismos marinhos. Reciclam a matéria orgânica dos lagos e pântanos, transformando-os em alimento para certas espécies que aí vivem. Estão presentes no cume das mais altas montanhas e nos pólos terrestres, e nas regiões de neves eternas, como na Antártida. Algumas formas mais resistentes ao calor, mercê das enzimas termorresistentes que possuem, habitam a orla de certos vulcões ou de “chaminés” de fundos marítimos, onde as temperaturas são excessivamente elevadas. Existem nos cursos de água, quer sejam de águas límpidas ou poluídas. Existem no ar que respiramos e podem estar presentes nos alimentos que ingerimos* (Ferreira et al., 2010:4-5).

A grande biodiversidade apresentada pelos microrganismos e a diversidade de processos bioquímicos que estes apresentam, torna-os responsáveis por muitas transformações, observadas na matéria orgânica e inorgânica presentes na natureza. As fermentações e os processos de decomposição são um exemplo. Desta forma, a matéria orgânica proveniente de animais, plantas e outros seres mortos é continuamente biodegradada, reciclada, ficando disponível para ser utilizada de novo por outros seres vivos. Só assim se torna possível a vida no planeta Terra. E esse papel cabe, em parte, aos microrganismos, principalmente bactérias, protozoários e fungos. Para procederem desta forma, os microrganismos têm diversas fontes de energia à sua disposição, consoante as propriedades e características de cada grupo. Os mecanismos pelos quais se processam estes fenómenos de reciclagem da matéria são globalmente chamados de ciclos biogeoquímicos¹⁹ (Pelczar et al., 1993; Ferreira et al., 2010).

¹⁹ Na natureza os micróbios participam especificamente, e de forma ativa, por exemplo, nos ciclos do carbono, azoto, enxofre e oxigénio.

Seguidamente, abordam-se alguns aspetos importantes sobre as bactérias, fungos, protozoários e vírus. Alguns deles abordados nas atividades experimentais descritas na terceira parte deste trabalho.

2.1.2.1 Bactérias

Este é o grupo dos microrganismos com mais destaque, dado o seu elevado número, diversidade de processos metabólicos e enorme versatilidade²⁰ na natureza e na interação com o Homem e com outros seres vivos. Calcula-se que existem mais de dez milhões de espécies de bactérias. Uma das suas características é o seu pequeno tamanho, na ordem dos micrómetros (μm)²¹. Normalmente, têm um único cromossoma²² e apresentam morfologias diversas, podendo ser esféricas (cocos), alongadas (bacilos), espiraladas (espirilos); sob a forma de vírgula (vibriões), fusiformes e onduladas (Pelczar et al., 1993; Ferreira et al., 2010).


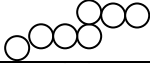
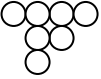

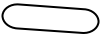
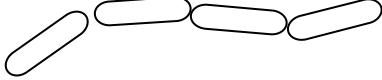
Segundo Parente e Sousa (1998), a maioria das bactérias, após a replicação do seu material genético, divide-se de acordo com os planos da divisão celular, podendo, conseqüentemente, apresentar diversos agrupamentos. Assim, os *cocos* podem agrupar-se aos pares (diplococos), em cadeia (estreptococos), em cacho (estafilococos), em tétradas (formando conjuntos de quatro cocos), ou sarcinas (conjuntos de duas tétradas, lado a lado) (Quadro 2). Os *bacilos* aparecem geralmente isolados, aos pares ou em cadeias curtas. O tamanho da célula bacteriana também é muito heterogéneo, exibindo alguns membros do género *Mycoplasma* 100-200 μm de diâmetro e as células de *E. coli* 1,1-1,5 μm de comprimento.

²⁰ As bactérias do domínio *Archaea* podem viver em condições ambientais extremas, com elevadas temperaturas, que podem superar os 100°C (hipertermófilas), elevada salinidade (halófitas), baixo pH (acidófilas), em carência extrema de oxigénio (anaeróbias), ou com uma redução moderada de oxigénio (anaeróbias facultativas). Apresentam, assim, uma elevada ubiquidade, podendo habitar tanto o trato digestivo de animais como as profundezas dos oceanos. Algumas, têm a rara e singular particularidade de produzir reações metabólicas com a formação de metano (Ferreira et al., 2010).

²¹ Milésima parte de um milímetro.

²² O cromossoma é composto por DNA (Ácido Desoxirribonucleico) e dispõe-se em círculo e enrolado, formando um "nucleoide", para caber no interior da membrana celular. Dá-se o nome de "nucleoide", pois o DNA está localizado numa determinada "zona" da bactéria, como se de um "núcleo" se tratasse. Na verdade, este é um ser procariótico, não possuindo uma membrana nuclear. Desenrolado, o tamanho do cromossoma é de cerca de 1mm.

Quadro 2 – Alguns tipos de morfologia bacteriana.

Diplococos		Estreptococos	
Estafilococos		Tétradas	
Bacilo		Estreptobacilo	

A luz solar é a principal fonte de energia da maioria das bactérias. Perante a luz, algumas, por possuírem pigmentos semelhantes à clorofila, realizam um processo particular de fotossíntese, em que convertem a energia solar em energia metabólica, sem libertação de oxigénio. Neste grupo encontram-se as bactérias purpúricas e as bactérias verdes. Outras, na presença de luz libertam oxigénio. O seu processo de fotossíntese, ao contrário dos anteriores, assemelha-se ao das plantas verdes e algas. Estão representadas neste grupo as bactérias verdes-azuis, também designadas de cianobactérias, incluídas até há algum tempo num sub grupo das algas. Estas bactérias são extremamente importantes para a manutenção do equilíbrio da natureza (Ferreira et al., 2010).

Na relação das bactérias com o Homem e com outros animais, elas estão presentes em grande número sem que provoquem doença. Habitam a superfície do corpo ou crescem nas mucosas, sejam as da boca, fossas nasais, garganta, aparelho urogenital ou do tubo digestivo, tornando-se comensais²³. Elas estão connosco a partir das primeiras horas após o nascimento até ao fim da nossa vida e até mesmo depois dela. Felizmente, a maioria destes micróbios são benignos e até beneficiamos com a sua presença. Por exemplo, algumas vivem no intestino humano e sintetizam a vitamina K, necessária nos processos de coagulação. A *Echerichia coli* é uma das muitas bactérias que vive no intestino, como uma bactéria indígena. *Se por razões várias perdermos a microflora natural existente, constituída por diversas espécies bacterianas, quer a nível de tubo digestivo quer a nível de algumas mucosas do aparelho respiratório ou do aparelho urogenital, seremos invadidos por espécies patogénicas que nos causarão enfermidades* (Ferreira et al., 2010:9). Desta forma, existem microrganismos que vivem todos os dias no nosso corpo que nos ajudam a manter o equilíbrio com o meio externo, contribuindo para a nossa saúde.

²³ Microrganismos que vivem à superfície ou no interior do nosso organismo, mas que, em condições normais, não provocam qualquer dano.

Para além de todas as células que constituem o corpo humano, estima-se que transportamos cerca de 10^{14} células bacterianas, sendo que a grande maioria delas habita o nosso intestino. Existem microrganismos que estão sempre presentes em determinados locais ou nichos, quer de seres vivos quer do ambiente²⁴. A *Spirillum volutans* existe sempre em águas estagnadas, tal como *Streptomyces* na flora microbiana do solo. Dos microrganismos que vivem no nosso organismo, ou que estão menos frequentemente presentes, alguns são designados de *oportunistas*, porque sendo habitualmente inofensivos podem tornar-se patogénicos em determinadas situações, nas quais se rompem equilíbrios biológicos existentes entre eles e a flora residente. Este facto pode ocorrer durante o uso inadequado de antibióticos ou em situações de acentuada quebra de imunidade específica do hospedeiro, como sucede em casos graves de imunodeficiência. Outros agentes, porém, são altamente patogénicos, estando a sua presença no organismo quase sempre associada a doença.

2.1.2.2 Fungos

Os fungos são seres que vivem em todas as zonas do planeta, na presença de condições adequadas de humidade, temperatura e de um substrato orgânico disponível. As suas comunidades adaptaram-se a viver na maioria dos ambientes do solo, em vegetais vivos, ou nos seus restos em decomposição, assim como na água doce e salgada. Embora os fungos sejam mais abundantes em zonas tropicais e subtropicais húmidas, muitas espécies vivem em climas frios, áridos e desérticos ou em ambientes extremos. As suas condições ótimas de crescimento e reprodução podem variar e adaptar-se amplamente a diferentes condições ambientais consoante as espécies. Este aspeto está relacionado com a ampla variedade genética apresentada por estes microrganismos (Aira et al., 2005).

Os fungos desempenham um papel importante na vida do Homem, seja de uma forma benéfica ou de uma forma prejudicial. São um dos principais microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, interferindo no ciclo do carbono, do azoto e de outros nutrientes da biosfera (Freitas, 2000).

Segundo Ferreira e Sousa (2010), existe um vasto número de espécies de fungos²⁵, as quais possuem características muito diversas. Os fungos podem ser leveduras, bolores, cogumelos, trufas, entre outros, com aspetos morfológicos e dimensões diferentes, para

²⁴ Daí a designação que encontramos por vezes de *bactérias indígenas*.

²⁵ Segundo Ferreira e Sousa (2010), estão descritas mais de 90.000 espécies, mas estima-se hoje que, no seu conjunto, o grupo dos fungos albergue mais de 1.500.000 espécies.

além de possuírem outras propriedades específicas. São organismos eucariotas, não fotossintéticos, dado não possuírem clorofila, não podendo, assim, sintetizar macromoléculas a partir do dióxido de carbono, retirando energia da luz solar. São assim, seres heterotróficos, e, muitos deles, saprófitas, alimentando-se de matéria orgânica presente em lixos e detritos, e outros simbioses²⁶. Alguns fungos são parasitas, obtendo os seus nutrientes dos tecidos dos organismos parasitados. A obtenção desses nutrientes é feita por absorção dos produtos hidrolisados (Esteves et al., 1990; Freitas, 2000), obtendo energia através da oxidação de compostos orgânicos como a glucose. A capacidade de utilização de certos substratos e os produtos de catabolismo libertados para o exterior variam consoante o tipo de fungo, sendo características utilizadas na sua identificação.

Os fungos podem apresentar dois tipos de formas principais: *leveduriformes*, designados habitualmente por leveduras e constituídos apenas por uma célula, ou fungos *filamentosos* e *multicelulares*, no entanto, são, na sua maioria, organismos filamentosos. O corpo do fungo filamentoso é chamado de talo. Esta é uma estrutura vegetativa que cresce em massa e se ramifica em elementos filiformes microscópicos chamados hifas, formando no seu conjunto o micélio. A hifa é a unidade estrutural dos fungos, embora as leveduras não as formem. O micélio vive encrustado na matéria orgânica em decomposição, quer seja proveniente do solo quer de organismos vivos. Ambos os tipos de fungos possuem uma parede celular rígida, estrutural e bioquimicamente complexa. A parede possui glicose e em muitos deles encontra-se a quitina, um polissacárido também presente nos artrópodes.

Segundo Ferreira e Sousa (2010), alguns fungos são agentes de enfermidades em humanos, noutros animais e especialmente em plantas, com gravidade diversa. Nas plantas os prejuízos económicos são por vezes elevados. No entanto, beneficiam o Homem em várias áreas. Na área da saúde como produtores de diversos antibióticos e outros medicamentos²⁷. A penicilina, por exemplo, foi o primeiro antibiótico conhecido e é

²⁶ Como é o caso dos *líquenes*, que em simbiose com determinadas espécies de algas permitem uma colonização de uma grande variedade de ambientes. O fungo oferece proteção às algas impedindo que desidratem e, por sua vez, as algas produzem compostos orgânicos que o fungo, como ser heterotrófico, consome. O caso das *micorrizas* são exemplos de simbiose em que as hifas do fungo invadem as raízes de certas plantas ajudando-as assim a captar água e nutrientes do solo (pois aumenta de forma significativa a área da absorção das raízes), e em troca a planta disponibiliza alimento ao fungo.

²⁷ Descoberto por Alexander Fleming em 1928, teve um grande impacto no tratamento de doenças infecciosas durante a segunda guerra mundial (1939-1945), diminuindo drasticamente a mortalidade e morbilidade das pessoas afetadas. Dada a sua fraca toxicidade, ainda hoje é bastante usado, apesar da descoberta de outros antibióticos possuidores de um maior espectro de ação (Ferreira e Sousa, 2010). Além da penicilina, os fungos podem produzir outros fármacos, como a gometrina e a cortisona, e substâncias imunossupressoras, como a ciclosporina, que inibem a rejeição de órgãos transplantados (Freitas, 2000).

produzido pelo fungo *Penicillium notatum*. Na indústria alimentar são especialmente associados ao fabrico do pão, vinho, cerveja, queijos e outros alimentos. De salientar que, por exemplo, o sabor característico do queijo Roquefort deve-se à presença de um fungo.

Os fungos juntamente com as bactérias são responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (agentes decompositores), de enorme importância para a vida na terra.

2.1.2.3 Protozoários

Os protozoários constituem um grupo de microrganismos com grande diversidade morfológica e fisiológica. Na sua grande maioria, são seres unicelulares simples com organização celular eucariótica e dimensões entre os 2 e os 100µm. Caracterizam-se por não possuírem parede celular nem serem fotossintéticos. Muitos alimentam-se ingerindo ou englobando pequenos microrganismos (por exemplo algas unicelulares, bactérias, microfungos). São encontrados em grande variedade na água e no meio ambiente em geral. Poucos causam doença em seres humanos ou em outros animais. No entanto, algumas das doenças que provocam são bastante graves. São exemplos a malária, a leishmaniose visceral, a doença do sono ou diversos tipos de diarreia causadas por flagelados intestinais, além de outras patologias devidas a parasitismo por protozoários.

Algumas formas de protozoários possuem flagelos ou cílios que usam para se deslocar, outros movimentam-se deslizando nos seus habitats. Embora o número de espécies deste grupo se estime ser muito inferior ao de bactérias e fungos (estimado em cerca de 200 mil) o seu papel na natureza é igualmente importante, nomeadamente na participação nos primeiros níveis da cadeia alimentar dos pequenos animais aquáticos, fornecendo-lhes alimento (Ferreira e Sousa, 2010).

O papel dos protozoários no tratamento de águas residuais nas ETAR (Estações de Tratamento de Águas Residuais) é também bastante importante, dado o seu tipo de intervenção na fase do tratamento biológico (Nicolau, et al., 1999). De facto, a eficiência do tratamento de águas residuais por lamas ativadas está ligada, para além da população bacteriana, à população de protozoários (Nicolau et al., 1997). Esse processo será abordado aquando a descrição da relação entre microrganismos e ambiente.

2.1.2.4 Vírus

De acordo com Ferreira e Sousa (2010), os vírus formam um grupo de entidades que têm a capacidade de serem patogénicos para animais, humanos, plantas, e até

bactérias, podendo, desta forma, afetar uma grande variedade de seres vivos²⁸. Apresentam dimensões muito reduzidas (20 a 300 µm) e penetram nas células do hospedeiro, desde que estas sejam suscetíveis, ou seja, que os vírus encontrem nelas recetores específicos que permitem a sua entrada. A estrutura dos vírus é relativamente simples pois possuem, de uma forma geral, um nucleoide de ácido nucleico (DNA ou RNA²⁹), protegido externamente por uma cápside de natureza proteica. Por sua vez, esta pode ser ou não rodeada por uma ou diversas membranas de natureza lipídica. Os vírus variam muito na sua estrutura, organização genética e expressão, estratégias de replicação e de transmissão. São parasitas intracelulares obrigatórios³⁰, dado que só se multiplicam em células vivas por não possuírem sistemas necessários à síntese dos seus próprios ácidos nucleicos e proteínas. Assim, de acordo com Parreira e Piedade (2010), utilizam as funções metabólicas da célula hospedeira, redirecionando todo o metabolismo celular para a síntese das suas próprias proteínas estruturais e reguladoras e da natureza enzimática, favorecendo a sua replicação e a montagem das novas partículas virais.

A sua multiplicação faz-se por síntese celular (pela célula parasitada) de componentes do vírus e por reunião posterior de todos esses elementos. Após a replicação, convertem-se em novas partículas infecciosas que penetram noutras células, perpetuando a infeção até que uma reação imunitária eficaz do hospedeiro a possa interromper. A infeção viral pode ter um efeito reduzido ou até nenhum efeito aparente nas células do hospedeiro, ou pode resultar em prejuízo ou mesmo a morte das células. As infeções produzidas podem assim passar despercebidas ao hospedeiro, sendo estas benignas, de maior ou menor gravidade. Os vírus são agentes infetantes temporários, embora haja os que se alojam por toda a vida do hospedeiro³¹ em estruturas celulares do organismo infetado, produzindo infeções persistentes (latentes ou crónicas) ou mesmo dando origem a tumores (Ferreira e Sousa, 2010).

²⁸ Conhecem-se vírus que infetam organismos unicelulares como bactérias (bacteriófagos) e algas unicelulares, leveduras, protozoários, para além de outros que infetam humanos, outros animais, plantas e fungos.

²⁹ DNA – Ácido Desoxirribonucleico; RNA – Ácido Ribonucleico

³⁰ Os vírus necessitam obrigatoriamente de utilizar uma célula para se poderem reproduzir. Na verdade, utilizam os organitos, o metabolismo e toda a dinâmica celular para que a célula – e não o vírus – produza partes do vírus e realize a montagem dessas partes, originando novos vírus, que ao saírem de célula poderão vir a desencadear o mesmo processo em células vizinhas. O facto destes seres, por exemplo, não possuírem sistemas geradores de ATP – energia biologicamente utilizável por todos os seres vivos - não possuírem nem ribossomas nem RNA de transferência, faz com que o grau de autonomia seja praticamente nulo. São seres completamente dependentes das células. É nesse sentido que se designam de *parasitas intracelulares obrigatórios*. Um outro aspeto interessante relativamente aos vírus é o referido por Costa (1998). Diz este autor que os vírus não têm metabolismo, não produzem energia, não crescem e não se dividem. Limitam-se apenas a fornecer à célula infetada a informação genética a ser expressa pelo equipamento celular à custa da energia da célula. Assim, pode até ser problemático para alguns investigadores considerar os vírus como um organismo vivo.

³¹ É o caso do vírus da hepatite B e do herpes.

Segundo os mesmos autores, conhecem-se cerca de 4 mil tipos diferentes de vírus e o leque dos seus hospedeiros pode ser grande ou extremamente limitado. Em regra, possuem uma grande especificidade de espécie, embora, em algumas ocasiões, a chamada barreira de espécie possa ser ultrapassada, produzindo infeções em organismos de espécies diferentes. Ao longo da história isso tem acontecido, por exemplo, com os vírus da gripe que, por várias vezes, se adaptou transitando de animais para o Homem.

Costa (1998) salienta que o ciclo infeccioso dos vírus inclui diversas fases distintas numa sequência de ocorrências na célula-alvo atacada. São elas: *adsorção*, *penetração*, *descapsidação*, *fase sintética*, *montagem* e *extrusão*. No Quadro 3 apresenta-se uma breve descrição dessas fases.

Quadro 3 - Diferentes fases de atuação de um vírus numa célula (Adaptado de Costa, 1998)

<i>Adsorsão</i>	Existe uma interação entre o vírus e a célula. O vírus liga-se a recetores específicos da membrana celular da célula infetada (Alguns vírus apresentam uma extrema especificidade, atacando apenas um tipo de célula no organismo).
<i>Penetração</i>	O vírus entra na célula. Pode fazê-lo atravessando a membrana celular, fusão do invólucro viral com a membrana, ou por endocitose.
<i>Descapsidação</i>	Ocorre a rutura total ou parcial do invólucro viral (revestimento), havendo a libertação do material genético viral. Pode ocorrer logo após a entrada na célula ou só próximo do núcleo da célula.
<i>Fase sintética</i>	Período em que ocorre a síntese, por parte da célula, de todas as proteínas virais, e a replicação do genoma viral.
<i>Montagem e extrusão</i>	As peças virais recém-formadas vão ser montadas no local da replicação, originando novos vírus e, finalmente, o vírus sai da célula, provocando (ou não) a sua morte.

2.1.3 Microrganismos e sociedade: relação entre microrganismos, saúde, alimentos, indústria, tecnologia e ambiente

2.1.3.1 Microrganismos e saúde

Segundo Heritage et al. (2002), cerca de 90% das células existentes no corpo humano, representam os micróbios da nossa *flora comensal*³². Durante o período em que nos encontramos no útero materno encontramos-nos num ambiente estéril, protegidos pela

³² Conjunto dos microrganismos envolvidos no processo de colonização do corpo humano, particularmente adaptados ao seu novo ambiente e que têm a capacidade de formar relacionamentos independentes e estáveis, a longo prazo, com o hospedeiro humano.

placenta e pelo saco amniótico. No instante do nascimento começamos a inalar, engolir e a adquirir à superfície da nossa pele uma vasta diversidade de micróbios, em resultado do nosso contacto com o ambiente, processo que continuará ao longo da nossa vida. Caso os microrganismos, com os quais entramos em contacto, encontrem um nicho ecológico favorável, multiplicar-se-ão e formarão comunidades complexas, interagindo entre si e com o organismo humano. Este processo requer que os micróbios se juntem ao hospedeiro numa fase inicial de colonização e posteriormente se multipliquem.

A flora comensal residente é constituída por populações com características próprias, em determinadas zonas do corpo (Figura 1). Por exemplo, na cavidade oral existe uma flora diferente da que existe no intestino ou no trato genital. Essa flora comensal é constituída por uma grande diversidade de microrganismos, principalmente por bactérias, estando os fungos (maioritariamente leveduras) e os protozoários presentes em número muito inferior. Certas bactérias tornam-se residentes pois conseguem competir seletivamente com todas as outras - conseguem fazê-lo adotando algumas estratégias, como a produção de substâncias antimicrobianas, para além de possuírem a capacidade de se aderirem às células do hospedeiro. Normalmente, essas bactérias habitam locais do organismo onde não causam qualquer dano, no entanto, se algumas dessas bactérias passarem de um local para outro podem causar doenças, designando-se, nesses casos, por patogénicas oportunistas (Appelgerg e Silva, 1998).

Nem todos os micróbios que contactam com o nosso organismo encontram em nós um habitat hospitaleiro. Alguns nem sequer têm êxito na colonização. Outros, embora consigam colonizar os humanos, não se conseguem estabelecer, devido à competição com a flora residente e à sua suscetibilidade às várias defesas do hospedeiro. Tais organismos, que não fazem de nós uma residência permanente, são chamados de *flora transitória*, nome que reflete a natureza temporária do relacionamento com o hospedeiro humano. Existe, ainda, um terceiro grupo de micróbios que formam um relacionamento com os seres humanos. Estes estabelecem-se à superfície ou no interior do hospedeiro, dando início a uma infeção, prosseguindo-se uma ação nociva. Nos casos mais graves, os danos podem resultar na morte do hospedeiro. Na maioria das situações, as suas defesas são mobilizadas para limitar os danos e, em geral, para eliminar o microrganismo agressor. Tais micróbios chamam-se *patogénicos*.

Assim, os microrganismos comensais coexistem harmoniosamente com o hospedeiro e os microrganismos patogénicos são considerados nocivos³³ (Heritage et al., 2002).

2.1.3.1.1 *Microrganismos da pele*

Pode ser encontrada flora comensal na pele³⁴ mas, a maioria habita as superfícies internas do organismo, nomeadamente as mucosas que revestem as fossas nasais, cavidade oral, o trato respiratório superior, o trato digestivo distal assim como a vagina (Heritage, 2002; Appelgerg e Silva, 1998). A flora comensal pode desempenhar um papel significativo ao evitar que os patogénicos tenham acesso aos seus órgãos alvo. Isto pode resultar simplesmente do facto da flora comensal impedir o acesso do invasor a um local de adesão. Como alternativa, os constituintes da flora normal podem produzir ativamente substâncias capazes de inibir o crescimento de outros microrganismos, ou mesmo destruí-los.

³³ Contudo, a distinção entre os dois grupos não é absoluta. *Staphylococcus saprophyticus* é frequentemente encontrado entre os micróbios comensais da pele. No decurso de um ato sexual, esta bactéria pode ter acesso ao trato urinário feminino. Aí pode multiplicar-se em abundância, não tendo qualquer flora competidora para limitar o seu crescimento, podendo, neste caso, tornar-se nociva (Heritage et al., 2002).

³⁴ As bactérias ocorrem à superfície da pele em microcolónias, mas estas não se encontram distribuídas de forma uniforme por todo o corpo. A cabeça, as axilas, a região inguinal, as mãos e os pés são os locais mais intensamente povoados, onde se podem encontrar contagens microbianas de muitos milhares de organismos por centímetro quadrado (Heritage et al., 2002).

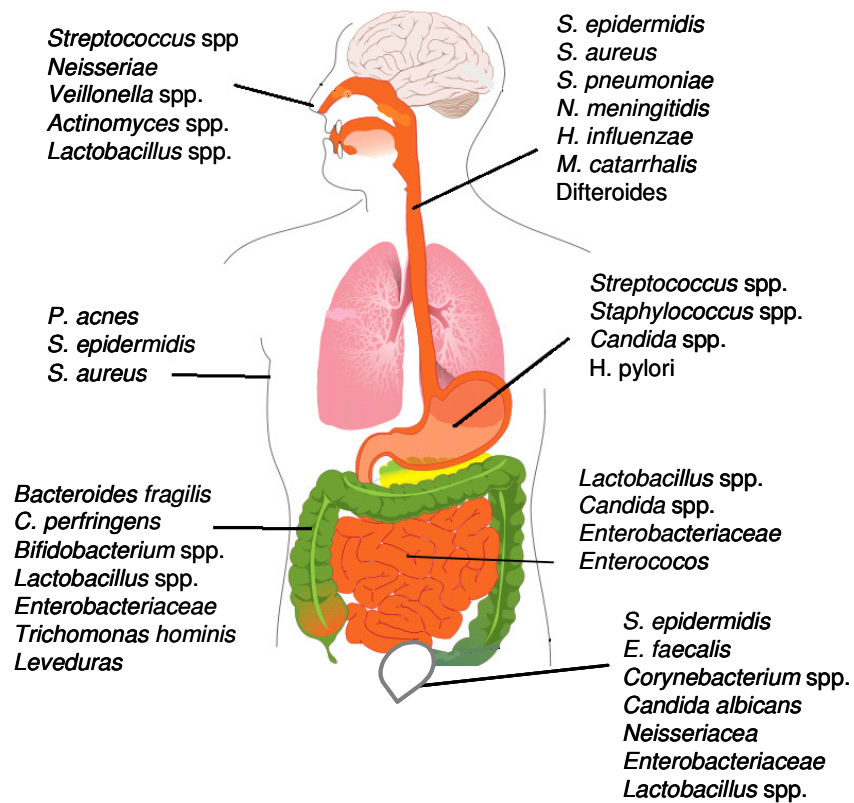


Figura 1- Alguns microrganismos que constituem a flora comensal e a sua localização no corpo humano (Adaptado de Appelgerg e Silva, 1998)

Segundo Appelgerg e Silva (1998), a pele está constantemente em contacto com um grande número de microrganismos do ambiente. É a primeira barreira de defesa do organismo relativamente ao exterior, sendo, por isso, muito eficaz. As bactérias comensais possuem mecanismos de adaptação que lhes permitem sobreviver num ambiente cuja fisiologia não é favorável à colonização de microrganismos. Desta forma, o pH da pele é ácido não só devido a secreções das glândulas sudoríparas, mas também à produção de ácido láctico por estafilococos residentes. Esse valor de pH é inferior àquele que pode ser tolerado por muitos micróbios. As gorduras segregadas pelas glândulas sebáceas são degradadas por bactérias como a *Propionibacterium acnes*, produzindo ácido oleico com atividade antimicrobiana. A lizozima³⁵ é também segregada pelas glândulas sudoríparas.

³⁵ Esta enzima ataca e enfraquece a parede das células bacterianas.

2.1.3.1.2 Microrganismos da boca

A boca, para além de ser a via por onde ingerimos os alimentos, é igualmente uma porta de acesso a uma vasta gama de micróbios, podendo alguns vir a fazer parte da flora microbiana transitória. A saliva fornece um mecanismo de lavagem que ajuda a impedir que se fixem micróbios na cavidade oral. Esta contém enzimas digestivas e alguns agentes antimicrobianos, incluindo lisozima e lactoferrina. Mesmo com todos estes mecanismos antimicrobianos, a cavidade oral inclui diversos locais anatómicos distintos, colonizados por uma enorme variedade de microrganismos. Appelberg e Silva (1998), referem que este é um ambiente que possui condições muito favoráveis para a instalação de bactérias, dado que apresenta um grau de humidade elevado, presença de nutrientes, pH e temperatura favoráveis. A saliva remove, mesmo assim, uma quantidade considerável de bactérias, que são deglutidas e destruídas pela acidez do estômago. As que permanecem na boca adotam um sistema de adesão³⁶ que lhes permite aderir às superfícies da cavidade oral. As principais espécies bacterianas existentes na boca pertencem aos géneros *Streptococcus*, *Neisseria*, *Veilonella*, *Actinomyces* e *Lactobacillus*. Podemos encontrar também algumas leveduras (ex. *Candida*).

A bactéria *Streptococcus salivarius* encontra-se nas superfícies epiteliais moles da boca, ao passo que as superfícies duras dos dentes estão colonizadas por *Streptococcus mutans* e *Streptococcus sanguis*. Os espaços entre as gengivas e os dentes albergam uma miscelânea de bactérias, incluindo espécies do género *Bacteróides*, espécies de *Fusobacterium* e espiroquetas, dando origem a complexas interações de parasitas. A saliva contém, maioritariamente, estreptococos, sendo o mais frequente o *Streptococcus salivarius* (Heritage et al., 2002).

A população microbiana da boca varia ao longo da vida do indivíduo. Assim, logo após o nascimento começa a estabelecer-se uma flora normal que vai modificando com o decorrer do tempo, iniciando-se com espécies aeróbias e anaeróbias facultativas. Assim que nascem os primeiros dentes surge inicialmente uma flora anaeróbia (ex. *Fusobacterium*, *Porphyromonas*) e *Streptococcus salivarius*, *Streptococcus mutans* e

³⁶ *Streptococcus mutans*, *Streptococcus salivarius* e *Streptococcus mitior* elaboram poliglicanos a partir da sacarose presente na nossa dieta. Estes polissacarídeos bacterianos extracelulares interagem com as glicoproteínas salivares para formar uma película glutinosa, na qual as bactérias podem ficar aprisionadas. A placa formada por este processo adere às superfícies dentárias e o principal componente bacteriano são os estreptococos; contudo, se a placa não for perturbada, as bactérias filamentosas e os anaeróbios obrigatórios rapidamente ultrapassam em número os estreptococos e os produtos metabólicos ácidos de tais organismos são exsudados à superfície do esmalte dentário, onde iniciam um processo de cárie (Heritage et al., 2002).

Actinomyces. A presença destas bactérias contribui para a formação da placa dentária, de cáries e de periodontites (Appelberg e Silva, 1998).

Um outro aspeto muito importante de referir prende-se com a quantidade considerável de microrganismos existentes na parte dorsal da língua. Segundo Ureña (2002), o dorso da língua³⁷ representa um dos complexos nichos ecológicos humanos, sendo que, neste local, se encontram aproximadamente um terço dos microrganismos que habitam a boca, inclusive alguns diretamente relacionados com a origem de cáries³⁸. Por essa razão, Galrão et al. (2012) salientam a importância da escovagem da língua, juntamente com a lavagem dos dentes, como forma eficaz no combate à placa bacteriana e na prevenção da cárie dentária.

Segundo Kuramitsu e Wang (2006) e Nishikawara et al., (2007), as principais espécies bacterianas associadas ao desenvolvimento da cárie são *Streptococcus mutans* e *Lactobacillus spp.*. Contudo, Kleinberg (2002) refere que estudos efetuados à flora existente na cavidade oral concluem que existem outras bactérias orais que são acidogénicas, tendo efeito cariogénico. Desta forma, estas bactérias, que atuam em conjunto e num meio rico em hidratos de carbono, possuem a capacidade de baixar o pH para níveis críticos de desmineralização do esmalte dos dentes, iniciando assim o processo de cárie, porém a uma taxa mais lenta.

2.1.3.1.3 Microrganismos do trato gastrointestinal

É no trato gastrointestinal que reside a maioria da flora normal do organismo. No estômago, devido à ação antisséptica do seu ambiente ácido, existem poucas bactérias, chegando-se a contar apenas 10 células por mililitro de suco gástrico. Aqui, conseguem-se encontrar, contudo, alguns microrganismos do género *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Lactobacillus* e leveduras do género *Candida*. Desde há alguns anos tem-se verificado também que a maioria dos adultos está colonizada por *Helicobacter pylori*, uma bactéria

³⁷ O dorso da língua é uma zona ecológica única com as suas criptas e papilas que providenciam uma superfície ampla, favorecendo a acumulação de resíduos orais e de microrganismos. Constitui um importante reservatório bacteriano, funcionando assim como fator determinante ao nível da colonização da superfície dentária (Chistensen, 1998; Favieri et al., 2006).

³⁸ A cárie é a doença com maior prevalência em todo o mundo. É transmitida logo nos primeiros anos de vida e representa, em alguns países, um problema significativo de saúde pública. Encontra-se presente em todas as populações do mundo e, se não for tratada, provoca a destruição dos tecidos duros do dente (esmalte e dentina), sendo a principal razão para a perda de dentes (Byun et al., 2004; Fontana et al., 2009).

associada a doenças pépticas e carcinoma gástrico. O tipo de microrganismos varia também ao longo do intestino, podendo encontrar-se *Lactobacillus*, *Corynaebacterium*, ocasionalmente enterococos e *Candida*. É na terceira porção do intestino delgado, mais próxima do intestino grosso, que o número de bactérias começa a aumentar. Apresentando um pH alcalino e um ambiente mais semelhante ao do intestino grosso, podem encontrar-se bactérias anaeróbias, como *Bacteroides*, e anaeróbias facultativas, membros das *Enterobacteriaceae*. Mas, é no intestino grosso que reside a maioria da população microbiana normal do organismo. Já foram identificadas mais de 300 espécies diferentes nas fezes humanas mas, as mais frequentes, são as do género *Bacteroides*, *Clostridium perfringens*, *Bifidobacterium*, *Lactobacillus*, *Escherichia coli* e alguns representantes de leveduras como *Candida albicans* e protozoários como *Trichomonas hominis* (Appelberg e Silva, 1998).

2.1.3.1.4 Infeção e aparecimento de doença

Segundo Appelberg e Silva (1998), existem, algumas bactérias que apresentam uma capacidade intrínseca de causar doença, designam-se por isso *patogénicas*. Essa capacidade chamada *virulência* inclui uma série de características metabólicas relacionadas, por exemplo, com a elaboração de compostos como toxinas, enzimas, entre outros, e determinadas estratégias que estes microrganismos recorrem para depois de entrarem no hospedeiro³⁹ vencerem os mecanismos de defesa.

Dizemos que estamos perante uma *infeção* quando um microrganismo é capaz de provocar doença no hospedeiro. Quando essa doença produz sintomas chama-se *doença infecciosa*. Pode acontecer, apesar do microrganismo patogénico se encontrar dentro do hospedeiro, este não mostrar qualquer sintoma clínico, ou seja, estamos perante um caso de *infeção assintomática*. Nesta situação, o agente infeccioso mantém-se dentro do hospedeiro sem mostrar qualquer sinal da sua existência. Esta situação poderá ser particularmente problemática, pois o próprio hospedeiro não sabe que está a ser invadido por um microrganismo patogénico, podendo, assim, transmiti-lo a outras pessoas sem ter conhecimento que o está a fazer. Este facto pode originar problemas de saúde pública.

³⁹ A transmissão dos microrganismos patogénicos que levam à sua entrada no hospedeiro pode ser realizada de modo direto (transmissão direta), ocorrendo nos casos em que o hospedeiro esteve em contacto direto com o reservatório (ex. o solo ou a água), ou outro local onde se encontra o microrganismo, ou pode ocorrer por transmissão indireta, em que os microrganismos são transportados do reservatório até ao hospedeiro, por exemplo, em partículas em suspensão, através de vetores animais (insetos, roedores, etc.) ou objetos contaminados (Appelberg e Silva, 1998).

Com a entrada do microrganismo no organismo inicia-se o período de incubação, que corresponde ao período que vai desde primeiro contacto com o hospedeiro até este desenvolver os primeiros sintomas da doença. Este período é variável em função da doença e pode ir desde algumas horas, ou poucos dias (ex. gripe, meningite), até alguns anos (ex. infeção pelo vírus da SIDA⁴⁰). No entanto, a exposição do hospedeiro a microrganismos patogénicos não tem de levar necessariamente ao aparecimento de doença. Para além disso, existem diferenças em função do hospedeiro, ou seja, o mesmo agente de doença, nuns hospedeiros pode provocar a infeção e noutros não produzir qualquer sintoma. Existe assim um fenómeno de *resistência natural* ou seja, a capacidade de um indivíduo conseguir evitar que um agente patogénico que entre nele provoque doença. Essa resistência deve-se às defesas do próprio organismo que atuam quando existe esse contacto. Ao conjunto das defesas naturais chama-se *imunidade inata*. Por sua vez, ao conjunto das defesas que se desenvolvem com o tempo, resultantes de uma resposta do hospedeiro aos microrganismos, chama-se *imunidade adquirida* ou resposta imunológica. Um indivíduo no seu estado normal dispõe dessas capacidades de tal forma que consegue evitar a infeção, permanecendo saudável, apesar do constante contacto com microrganismos potencialmente patogénicos. Mesmo nos casos em que a infeção começa a desenvolver-se, consegue resolver a seu favor essa infeção, eliminando o agente (Appelgerg e Silva, 1998).

2.1.3.2 Microrganismos e alimentos

Alguns microrganismos são usados na produção de alimentos. A cerveja, o vinho, o iogurte, os queijos e o pão são alguns exemplos. A maior parte dos processos que relacionam os microrganismos à produção de alimentos estão associados a fermentações – essencialmente a fermentação alcoólica e a fermentação láctica. Um aspeto particularmente interessante é o facto da presença de leveduras na superfície de todos os vegetais ser bastante comum, bastando assim, em alguns casos (como por exemplo, na produção do vinho), provocar o contacto entre a levedura e o substrato, e, desde que estejam reunidas as condições necessárias, ocorrerá a fermentação, levando as leveduras a produzirem os metabolitos relacionados com o processo.

A fermentação é um dos principais mecanismos através dos quais muitos microrganismos obtêm energia, com a conseqüente produção de um certo número de metabolitos característicos, que podem ser usados tanto na produção de alimentos com na

⁴⁰ Síndrome de Imunodeficiência Adquirida.

sua conservação e/ou melhoria do seu sabor e textura. O álcool e o ácido láctico são uns dos produtos finais da fermentação mais conhecidos (alcoólica e láctica, respetivamente), mas diversas vias metabólicas fermentativas originam outros produtos que podem ter características desejáveis. A fermentação microbiana é, assim, um processo conhecido desde a antiguidade, sendo praticada em todas as sociedades do mundo. Deve ter surgido através de um processo aleatório, em que se desconheciam as causas da sua ocorrência, contudo, agora é altamente regulada, controlada e usada em processos industriais. Existem vantagens consideráveis na fermentação dos alimentos. De salientar que os produtos da fermentação atuam como conservantes, aumentando de modo considerável o prazo de validade dos alimentos fermentados. Modificam também o paladar, podendo, desta forma, realçar o sabor do produto final. O metabolismo microbiano pode, igualmente, aumentar o conteúdo vitamínico do alimento fermentado e decompor certos compostos químicos em determinados alimentos, que de outro modo seriam indigeríveis pelo ser humano. Este processo melhora o valor nutritivo do produto fermentado (Heritage et al., 2002).

Segundo Ferreira e Sousa (2010), desde os tempos mais remotos⁴¹, o Homem utiliza na sua alimentação produtos que sofrem a ação benéfica ou contaminante dos microrganismos. A cerveja já era produzida pelos babilónios 8000 a.C., a partir de sementes de cereais fermentados. Por sua vez, o pão e o vinho são produtos cuja fermentação era conhecida dos povos antigos. No entanto, foi Louis Pasteur o primeiro a estudar cientificamente a fermentação do vinho e da cerveja. Depois da abordagem científica de Pasteur foi surgindo uma indústria alimentar, que, a partir da metade do século XX, assinalou um grande crescimento e evolução. Com o desenvolvimento da microbiologia, muitos microrganismos passaram a ser selecionados⁴², cultivados e utilizados na indústria alimentar, trazendo grandes benefícios para esta atividade económica.

Entre os microrganismos mais conhecidos, podemos referir alguns como *Saccharomyces cerevisiae*, para a fermentação do pão, *Lactibacillus delbrueckii* das subespécies *bulgaricus* e *lacti*, para a preparação, respetivamente, de iogurtes e queijos; *Lactococcus lactis* e *cremoris*, para o fabrico de queijos (Ferreira e Sousa, 2010).

⁴¹ Muito antes da descoberta da existência dos microrganismos, já o Homem produzia alimentos com a ajuda destes seres vivos sem saber ao certo que "organismo", ou reação provocava as alterações nos substratos que levavam à produção do alimento ou à sua conservação.

⁴² O fabrico de queijo, iogurte, pão, pickles, azeitonas, vinagre, entre outros alimentos, assim como as bebidas tradicionais, como o vinho e a cerveja, necessitam da inclusão de microrganismos específicos que lhes forneçam características especiais de sabor, textura e outras que de outro modo não possuiriam (Ferreira e Sousa, 2010).

2.1.3.2.1 Produção do pão

Uma das mais importantes utilizações dos microrganismos na indústria alimentar é o fabrico do pão, em que se adiciona a levedura *Sacharomycdes cerevisiae* à massa resultante da mistura de farinha de trigo com água e sal. Durante algumas horas a massa é deixada em repouso, período em que as leveduras fermentam os açúcares aí existentes, produzindo, como consequência desse processo, dióxido de carbono (CO₂), responsável pela formação de alvéolos cheios deste gás na massa (Postgate, 2002; Heritage et al., 2002). O CO₂ que fica aprisionado no seu interior é o responsável pelo "crescer" da massa, ou seja, pelo aumento do seu volume. Desta forma, a levedura *Sacharomyces cerevisiae* produz uma diversidade de enzimas que lhe permite decompor os hidratos de carbono do amido da farinha, produzindo dióxido de carbono suficiente para dar ao pão a sua textura característica. Entre as enzimas incluem-se as que libertam a maltose e a sacarose do amido. Desta forma, a levedura não se limita a gerar bolhas de CO₂, contribui igualmente para dar ao pão um paladar característico e tão apreciado desde há muito na história do Homem (Heritage et al., 2002).

Um fator importante a referir, e que permite que a atividade das leveduras tenha sucesso na sua finalidade, é o conjunto de características particulares da farinha de trigo quando hidratada. Segundo Hosney (1998), a farinha de trigo, para além dos hidratos de carbono, apresenta também dois grupos de proteínas. Um deles formado pelas albuminas e globulinas (não formadoras de glúten), representando 15% das proteínas totais do trigo, e outro, formado pelas gliadinas e gluteninas (formadoras de glúten), que compreendem 85% das proteínas do grão. As gliadinas e as gluteninas combinadas possuem a propriedade de formar, em contacto com a água e associada à energia mecânica, uma rede tridimensional viscoelástica, denominada glúten⁴³, extremamente importante devido à sua capacidade de influenciar a qualidade dos produtos finais no processo de panificação.

Segundo Hosney e Rogers (1990), nenhum outro cereal apresenta proteínas com capacidade para a formação de massa como a do trigo. Em suma, o glúten é responsável pela estrutura do pão pois forma uma rede elástica e contínua que retém o CO₂ libertado durante o processo de fermentação da massa, desencadeado pelas leveduras, permitindo, assim, a sua expansão (Mandarino, 1993). Desta forma, as proteínas do glúten são responsáveis não só pelas propriedades viscoelásticas da massa de farinha de trigo, como

⁴³ Orth e Bushuk (1972) detetaram que a qualidade de panificação de uma farinha está intrinsecamente relacionada com a qualidade das proteínas formadoras do glúten.

também pela retenção de CO₂ durante a fermentação e, em parte, pelo endurecimento da massa durante o cozimento (Hoseney, 1998).

2.1.3.2.2 Produção do vinho e da cerveja

A *Sacharomyces cerevisiae* pode ser também explorada em condições anaeróbias para a produção de etanol. Este fenómeno é utilizado, principalmente, na produção de bebidas como o vinho e a cerveja (Heritage et al., 2002). O vinho, ou seja, sumo de uva fermentado, resulta de um processo fermentativo semelhante (em alguns passos) ao da cerveja. As uvas são esmagadas e o seu sumo é recolhido e fermentado com leveduras de estirpes selvagens⁴⁴, que aparecem naturalmente nas suas cascas. Estas leveduras são, do ponto de vista evolutivo, próximas da *Sacharomyces cerevisiae* e, em algumas produções, podem, inclusive, ser usadas estirpes puras. As bactérias estranhas que aparecem na mistura são afastadas pelo processo de sulfatação, tratando o mosto (sumo da uva) com dióxido de enxofre, que é um composto mais tóxico para as bactérias do que para as leveduras (Postgate, 2002).

O processo de fabrico da cerveja, embora semelhante ao do vinho, apresenta algumas particularidades, principalmente relacionadas com o substrato utilizado na fermentação e com as espécies de microrganismos utilizadas no processo. Segundo Postgate (2002), no fabrico da cerveja são usadas sementes de cevada. A cevada é colocada a germinar, sendo, para tal, demolhada durante um ou dois dias e deixada em ambiente quente e húmido durante dois a seis dias⁴⁵. Os grãos germinam e as enzimas ativadas pelo processo anterior de hidratação hidrolisam o amido armazenado nas sementes, resultando daí a libertação de açúcares. O malte é novamente mergulhado em água para que estes passem para a solução, juntamente com aminoácidos e sais minerais necessários ao crescimento da levedura. Este extrato (o mosto) é então fervido para inativar as enzimas residuais. Seguidamente, é adicionado lúpulo, o qual vai atribuir à preparação o sabor amargo, característico da cerveja, e produzir substâncias que vão impedir o crescimento bacteriano no extrato. Quando o mosto é arrefecido, as leveduras são introduzidas e o conjunto é deixado a fermentar durante cerca de uma semana, em condições anaeróbias. Apesar das leveduras iniciarem o seu crescimento aerobicamente, elas rapidamente esgotam o oxigénio e a população de células passa a crescer sem este

⁴⁴ Na natureza podemos encontrar na superfície da casa dos bagos das uvas as leveduras *Sacharomyces cerevisiae* e *Sacharomyces ellipsoideus* (Heritage et al., 2002).

⁴⁵ Processo designado por maltagem.

gás. Nestas condições (anaerobiose), elas vão converter o açúcar do mosto em álcool e dióxido de carbono e estas deixam de crescer quando a quantidade de álcool acumulado é suficiente para inibir o seu crescimento. Após um período de armazenagem, para que as leveduras se depositem, o líquido fermentado já pode ser bebido. As leveduras mais utilizadas para fazer a cerveja são a *Sacharomyces cerevisiae* e a *Sacharomyces carlsbergensis*.

2.1.3.2.3 Produtos resultantes da fermentação do leite

Através do processo de fermentação láctica podemos obter alimentos, como o iogurte e os queijos, além de outros que fazem parte, frequentemente, da nossa dieta.

O produto de leite fermentado mais comum é o iogurte. O leite é previamente aquecido de forma a eliminar a sua flora endógena⁴⁶, sendo depois misturado com uma cultura destinada a iniciar uma reação. Essa cultura existe numa proporção de 1:1 de *Lactococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*. No decurso da fermentação, forma-se ácido pelo lactococo e o aroma resulta, em grande parte, da atividade do lactobacilo. O iogurte é tradicionalmente preparado, deixando que a *Lactobacillus bulgaricus* fermente o açúcar do leite (a lactose) em ácido láctico. Essa reação, que leva a uma redução do valor do pH, faz com que o leite coagule e crie um ambiente desfavorável ao crescimento de muitas bactérias patogénicas. Outra bactéria láctica, a *Streptococcus thermophilus*, confere um sabor característico a nata. O produto é um alimento saudável e muito apreciado em todo do mundo. A maior parte dos iogurtes comercializados são pasteurizados para aumentar o seu tempo de validade (Heritage et al., 2002).

Os “iogurtes vivos”, que contêm bactérias lácticas vivas, podem ser benéficos durante o tratamento de doenças gastrointestinais, principalmente devido à sua boa digestibilidade e ao conteúdo rico em vitaminas. As bactérias lácticas são as principais habitantes do nosso intestino delgado, contudo, a maior parte destas perde atividade quando sujeitas à elevada acidez do estômago. Apesar disso, algumas conseguem sobreviver. Uma recente variante do iogurte convencional, por vezes chamado *bio-iogurte*, tem vindo a adquirir popularidade. A principal bactéria fermentativa não é a *Lactobacillus bulgaricus*, mas sim a *Bifidobacterium*, que confere ao iogurte um sabor mais suave e que se crê ser especialmente bom para a saúde⁴⁷ (Postgate, 2002).

⁴⁶ Segundo Postgate (2002), o microrganismo mais comum no leite (e inofensivo) é o *Streptococcus lactis*. Os lactobacilos são também habitantes normais do leite não pasteurizado.

⁴⁷ De acordo com Postgate (2002), a ideia que apoia a eficácia dos “bio-iogurtes” é a de que se as bifidobactérias são muito abundantes nos intestinos saudáveis, caso consigam sobreviver à sua passagem pelo estômago, irão afastar algumas

O queijo é um outro tipo de alimento muito apreciado produzido através da ação de certos microrganismos, responsáveis pelas suas variadíssimas texturas e sabores. Segundo Postgate (2002), de um modo geral, a fermentação láctica do leite ocorre, resultando um coalho que é a matéria prima utilizada no fabrico do queijo. O coalho é essencialmente uma massa formada pela caseína – a proteína do leite – que, após a remoção do soro, forma os queijos, deixando, simplesmente, que a ação microbiana se faça sentir sobre o coalho.

Segundo Heritage et al. (2002), os queijos podem ser classificados, de um modo geral, em duas grandes categorias, os *não curados* e os *curados*. Os queijos não curados, tais como o queijo fresco⁴⁸, o queijo creme e o *Mozarella* são de baixa consistência e são produzidos pela fermentação do leite, originando ácido láctico. Têm um sabor menos acentuado que os queijos curados, pois estes últimos são submetidos a um processo adicional após a fermentação em ácido láctico. São utilizadas muitas bactérias no processo de fermentação do leite, dando origem a este ácido, todavia, as mais comuns são *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris* e *Leuconostoc cremoris*. Desta forma, verifica-se que distintas combinações de bactérias produzem queijos característicos.

Os queijos curados, por sua vez, apresentam vários graus de dureza, normalmente associados ao tempo de cura e ao processo ao qual pode estar associada a ação secundária de bactérias e fungos. Os veios azuis dos queijos, como o Roquefort, resultam do crescimento de *Penicillium roquefortii*⁴⁹ (Heritage et al., 2002).

Nos queijos suíços, como o Gruyère e o Emmenthal, crescem na coalhada *Propionibacterium*, formando ácido propiónico, que é o responsável pelos seus sabores característicos, e dióxido de carbono, que é o responsável pelos peculiares buracos destes queijos (Postgate, 2002).

Existem outros alimentos que são produzidos pela ação da fermentação láctica. Com menos impacto que o iogurte e o queijo, estão, no entanto, muito presentes na alimentação humana. É o caso de alguns vegetais conservados em salmoura, como os

bactérias perigosas que possam existir no revestimento do intestino humano. Nem todos os especialistas estão convencidos disto, pois apesar de ser provável que grandes doses de bifidobactérias possam ter um efeito “probiótico” num intestino desarranjado por uma microbiota alterada, custa acreditar que um simples boião de iogurte com bifidobactérias, tomado esporadicamente, possa ter um efeito tão eficaz.

⁴⁸ Os queijos frescos são simplesmente coalho fresco um pouco envelhecido, mas não se conservam por muito tempo, pois à medida que estes queijos envelhecem continua a decomposição da proteína, surgindo vestígios de amoníaco (Postgate, 2002).

⁴⁹ Este fungo é agora acrescentado após a coalhadura mas, na sua origem, encontrava-se como contaminante, transmitido por via aérea, nas queijarias e nas caves onde eram produzidos (Heritage et al., 2002).

pepinos, por exemplo. A salmoura extrai os açúcares do interior dos pepinos, para que esses possam ser fermentados por bactérias da flora normal, que se encontram na superfície dos frutos. A fermentação é iniciada por estreptococos e, à medida que o pH diminui, o processo é continuado por *Leuconostoc*, *Pediococcus* e por *Lactobacillus plantarum*. As azeitonas são outro exemplo. Apenas se tornam comestíveis após a fermentação por *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus mesenteroides*.

A fermentação é igualmente importante na produção de café e de chocolate. Os revestimentos externos duros dos grãos de café são removidos após o tratamento por diversas bactérias, como *Erwinia dissolvens*, espécies de *Leuconostoc* e de *Lactobacillus* e leveduras do género *Sacharomyces*⁵⁰. Produtos derivados da carne, como o salame e algumas salsichas, produzem-se através da fermentação por *Pediococcus cerevisiae*, *Lactobacillus plantarum* e membros halofílicos do género *Bacillus*. As bactérias heterofermentadoras dão origem a diversos compostos orgânicos, em resultado das suas reações de fermentação, por isso são utilizados no fabrico destes derivados de carne, pois geram vários produtos ácidos. Esses produtos não só funcionam como conservante, como também conferem um gosto característico a esses alimentos. Além destas fermentações, a cura de carne é obtida após fermentação com fungos do género *Aspergillus* e do género *Penicillium*. O vinagre é outro produto alimentar em que interferem bactérias, mas obtido por um processo de oxidação. Pode ser usado, por exemplo, na produção de pickles e, na cozinha para temperar alimentos e cozinhados, tratando-se de uma solução de ácido acético diluída. A palavra “vinagre” significa vinho agre (azedo) e é preparado pela ação das bactérias acéticas - *Acetobacter* e *Acetomonas* - sobre o etanol do vinho⁵¹. Estas bactérias crescem espontaneamente quando o vinho é exposto ao ar, pois elas oxidam o álcool existente no vinho em ácido acético (Heritage et al., 2002).

⁵⁰ Estes microrganismos não interferem no paladar do café, no entanto, os que ajudam na remoção do revestimento dos grãos do cacão são responsáveis por dar um sabor característico ao cacão e ao chocolate (Heritage et al., 2002).

⁵¹ Existem vinagres que resultam da oxidação de outros sumos de frutos fermentados (ex.: maçã).

2.1.3.3 Microrganismos, tecnologia e ambiente

2.1.3.3.1 Tecnologia

Os microrganismos podem ser utilizados ao nível da tecnologia, mais especificamente na área da biotecnologia, para a produção de compostos com interesse para o Homem. Segundo Lima (1998), a biotecnologia *é uma área da aplicação do conhecimento das ciências da vida que envolve a aplicação de microrganismos ou componentes celulares para servir a indústria química e farmacêutica, a tecnologia alimentar e ambiental, e outras áreas tais como a agricultura, a energia, a recuperação de metais, etc.* (p.311).

Carolino (2010) refere ainda que a biotecnologia surge como uma utilização de sistemas vivos de células alteradas ou de moléculas biológicas para um fim específico, tendo como objetivo a produção de um produto à escala industrial.

As principais etapas do processo biotecnológico estão representadas na Figura 2.

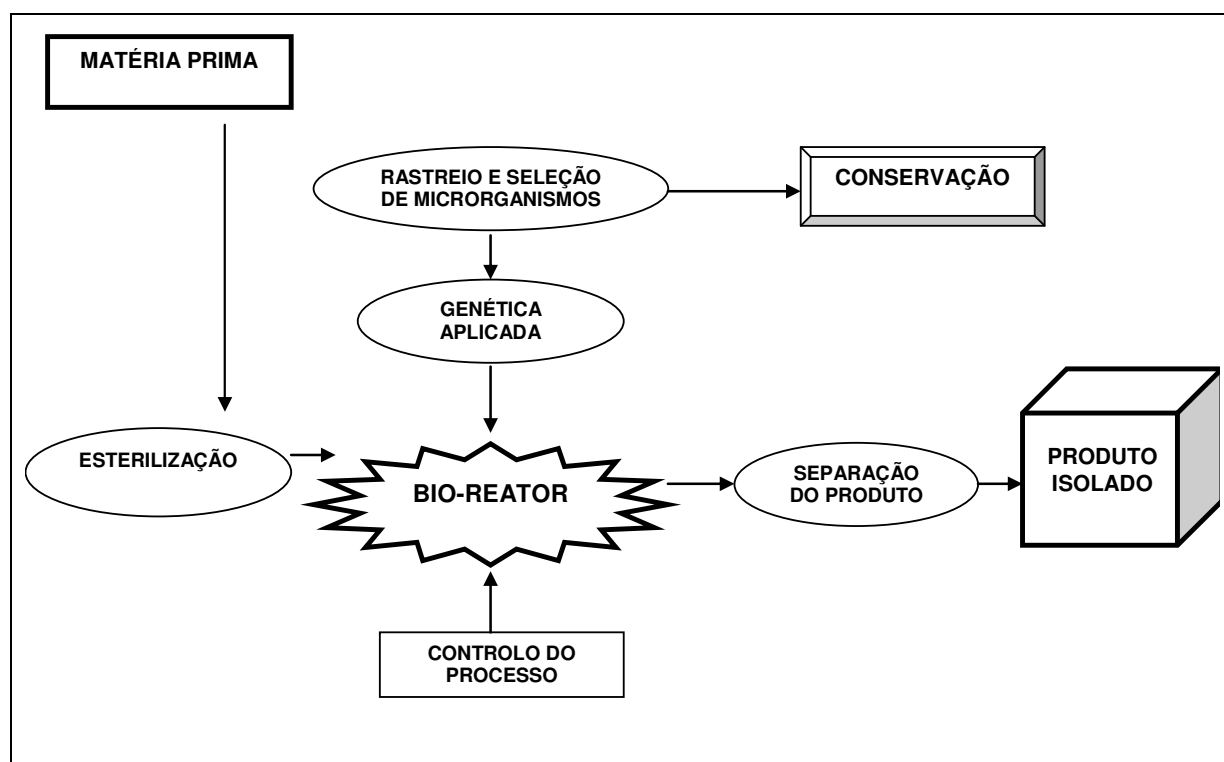


Figura 2 – Principais etapas do processo biotecnológico (Adaptado de Lima, 1998)

As primeiras aplicações de microrganismos selecionados para processos específicos deram origem à biotecnologia das fermentações. Na indústria moderna,

fermentações, com estirpes selecionadas e geneticamente modificadas, produzem milhões de toneladas de compostos úteis por ano. No Quadro 4 podemos identificar quatro classes principais desses compostos: metabolitos primários; metabolitos secundários; enzimas e microrganismos, com alguns exemplos e aplicações associadas (Lima, 1998).

Quadro 4 – Exemplos de produtos com interesse industrial produzidos por microrganismos (Adaptado de Lima, 1998)

Classes	Produtos	Aplicações	Microrganismos utilizados
Metabolitos primários	Ácido cítrico	Acidulante, Antioxidante e Detergentes	<i>Aspergillus niger</i>
	Etanol	Bebidas e solventes	<i>Sacharomyces cerevisiae</i> <i>Zymomonas sp.</i>
Metabolitos secundários	Penicilinas G e V	Indústria farmacêutica	<i>Penicillium chrysogenum</i>
	Cefalosporina C	Indústria farmacêutica	<i>Cephalosporium acremonium</i>
Enzimas	Lipases	Indústria alimentar	<i>Mucor sp.</i> <i>Rhizopus sp.</i>
	Pectinases	Clarificação dos sumos de fruta	<i>Aspergillus sp.</i> <i>Botrytis cinerea</i>
	Proteases	Detergentes e Panificação	<i>Aspergillus oryzae</i> <i>Bacillus licheniformis</i>
Microrganismos	Cogumelos	Indústria alimentar	<i>Agaricus campestris</i>
	Leveduras	Indústria alimentar	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>

A produção de medicamentos é outra área da indústria onde a biotecnologia é usada. Segundo Ferreira e Sousa (2010), a descoberta dos antibióticos e a sua utilização no tratamento de doenças infecciosas constitui um dos maiores avanços da medicina no século XX pois antes destes surgirem as doenças infecciosas eram a principal causa de morte. A indústria farmacêutica veio revolucionar os processos de tratamento das doenças, encontrando e desenvolvendo novos produtos, muitos deles obtidos por processos de engenharia genética, envolvendo microrganismos. As leveduras e as bactérias são as duas classes de microrganismos mais usadas neste tipo de tecnologia. Para além dos antibióticos⁵², existe uma série de produtos elaborados por estes seres vivos, num

⁵² Entre os microrganismos com boa capacidade para produzir antibióticos podemos encontrar muitos saprófitas do solo, nomeadamente alguns fungos. *Penicillium chrysogenum*, anteriormente designado por *P. notatum*, é uma espécie de fungo produtor de penicilina, enquanto que *Cephalosporium acremonium* produz cefalosporinas. Outros fungos para além destes são ainda utilizados. Bactérias do género *Streptomyces* produzem anfotericina, um antifúngico utilizado apenas em doenças severas por ser nefrotóxico. Bacitracina, polimixina e tirocidina são elaborados por diversas espécies de *Bacillus* (Ferreira e Sousa, 2010).

ambiente controlado. A insulina humana, hormonas, fatores de coagulação e vacinas são alguns exemplos.

Na Figura 3 encontramos alguns exemplos de produtos associados a quatro áreas principais, em que os microrganismos são protagonistas.

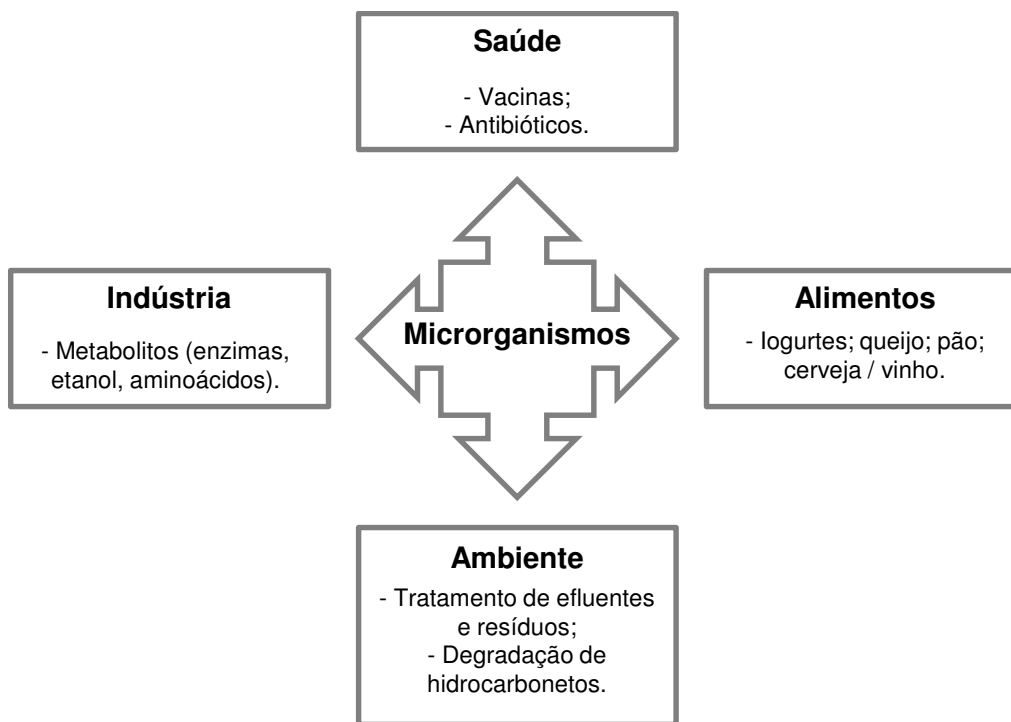


Figura 3 - Exemplos de aplicação dos microrganismos em algumas áreas.

2.1.3.3.2 Ambiente

Segundo Lima e Nicolau (2010), a matéria orgânica que continuamente se forma na Terra não se vai acumulando de forma progressiva. Esta mantém-se, mais ou menos constante através de um processo de equilíbrio entre a acumulação e a degradação. Assim, sendo as formas mais comuns de carbono orgânico presentes nos seres vivos as proteínas, os lípidos, os ácidos nucleicos (RNA e DNA), o amido, a celulose, as pectinas, a quitina e a lenhina, são estes os compostos mais importantes passíveis de serem degradados e/ou transformados pelos microrganismos (p.551). Acontece que o carbono orgânico é, por um lado, libertado para a atmosfera através de reações catabólicas⁵³ e, por

⁵³ Reações de degradação da matéria, em que existe libertação de energia.

outro, incorporado nos seres vivos através de reações anabólicas⁵⁴, quer tenham oxigénio molecular disponível (em ambiente aeróbio) ou não (ambiente anaeróbio).

Assim, podemos dizer que a vida, tal como está estruturada no nosso planeta, não seria possível sem a presença dos microrganismos e das atividades associadas. Para além de tornarem possível a vida dos seres vivos superiores, os microrganismos contribuem também, de um modo muito positivo, para o bem estar da humanidade (Ferreira e Sousa, 2010).

Oliveira (2010) refere ainda que os microrganismos são agentes responsáveis, direta ou indiretamente, por alterações geoquímicas. O metabolismo do próprio organismo pode originar alterações diretas nos elementos ou compostos existentes na natureza com impactos nos ciclos biogeoquímicos. Os diferentes compostos de um determinado elemento estão sujeitos a um grande número de transformações, levadas a cabo por diferentes tipos de organismos. Assim, a existência de um determinado grupo depende de transformações realizadas por outro, ou outros grupos, como que havendo uma interdependência de funções de cada grupo na natureza. Qualquer quebra no ciclo poderá pôr em causa toda a vida.

Segundo Lima e Nicolau (2010), um tipo de organismo com especial relevância neste processo é o fungo filamentoso. Estes seres são reconhecidos como biodegradadores, pelo que desempenham um papel fundamental no desenrolar do ciclo do carbono. Uma melhor compreensão dos mecanismos de degradação enzimática dos microrganismos e da sua ecologia pode permitir a possibilidade do seu uso em diferentes áreas da Microbiologia e Microbiologia Ambiental.

Parafaseando os mesmos autores, considera-se a degradação biológica como *um processo de quebra de compostos químicos, mediada biologicamente por uma série de reações bioquímicas* (p.551). Relativamente à matéria vegetal, o material orgânico com maior percentagem tem como principais constituintes a celulose, o amido e a lenhina. Assim, *os microrganismos têm um papel importante na biodegradação destes compostos para a qual produzem complexos enzimáticos extracelulares, celulasas, amilases e lenhinases, respetivamente para atacarem estes polímeros* (p.552). As proteínas, lípidos, ácidos nucleicos (RNA e DNA), e outros materiais, são igualmente sujeitos à capacidade hidrolítica dos microrganismos, sendo que esses compostos servem, frequentemente, de substrato para o metabolismo destes seres vivos. Desta forma, enzimas hidrolíticas como proteinases, lipases e nucleases são igualmente produzidas pelos microrganismos que são

⁵⁴ Reações de síntese de novos compostos, com consumo de energia.

responsáveis pela transformação destes compostos no ciclo do carbono (Lima e Nicolau, 2010).

A degradação de compostos vegetais é de extrema importância para a formação do húmus no solo, contribuindo para a fertilização do solo garantida para fornecimento de nutrientes às plantas.

2.1.3.3.2.1 O uso de microrganismos no tratamento da poluição

Os microrganismos podem ter um importante papel no controlo da poluição. No caso particular do controlo da poluição hídrica, nas estações de tratamento de águas residuais⁵⁵ (ETAR), o contributo dos microrganismos é essencial para que o processo, como um todo, seja bem sucedido. Desta forma, as águas dos esgotos (domésticos e industriais), com uma elevada carga poluente, podem ser tratadas e devolvidas à natureza, minimizando de forma significativa o impacto da poluição dessa água no ambiente.

Segundo Mendes (1998), os maiores riscos associados com a água devem-se à contaminação, direta ou indireta, pelos excrementos dos animais, incluindo o Homem. O destino adequado deste tipo de poluente é um pré-requisito para a existência de água potável. Os tratamentos das águas brutas e das águas residuais são, sem dúvida, os fatores fundamentais que contribuem, de maneira decisiva, para a proteção e salvaguarda da qualidade da água, da prevenção e da disseminação de doenças, transmitidas por via hídrica e, conseqüentemente, da saúde pública.

De acordo com o mesmo autor (2010), o tratamento biológico⁵⁶ das águas residuais representa, sem dúvida, uma das maiores utilizações industriais de microrganismos, utilizando reatores especialmente concebidos para tratar volumes muito elevados de águas residuais diluídas, ou seja, com uma carga orgânica relativamente reduzida. No processo de tratamento de efluentes podem ser consideradas cinco etapas. No Quadro 5 podemos encontrá-las resumidas.

⁵⁵ As águas residuais domésticas apresentam-se sob a forma de uma suspensão muito diluída de materiais diversos com turbidez acentuada, cor pardacenta e cheiro característico. Têm uma composição variada e variável, refletindo a diversidade das atividades humanas (Mendes, 1998). Postgate (2002) refere exemplos como a água proveniente de tanques de lavagem, de fossas e de casas de banho misturados com alguns efluentes industriais e alguma drenagem natural. O seu maior componente são os excrementos humanos, aos quais se juntam cabelos, restos de comida, detergentes. Trata-se assim de uma suspensão de materiais sólidos, ricos em bactérias, numa solução muito concentrada de substâncias orgânicas, um meio muito adequado para o crescimento de bactérias, algumas delas patogénicas.

⁵⁶ Os processos biológicos de tratamento podem ser classificados em sistemas de biomassa em suspensão e sistemas de biomassa fixa, dependendo do modo como a biomassa se encontra presente nos reatores. São considerados sistemas de biomassa em suspensão as lamas ativadas e suas modificações, os digestores de lamas aeróbios e anaeróbios, as lagoas arejadas e as lagoas de estabilização. São considerados sistemas de biomassa fixa os filtros biológicos, os discos biológicos rotativos, os leitos fluidizados, o tratamento no solo e os sistemas de infiltração (Mendes, 1998).

Quadro 5 – Fases do tratamento dos efluentes numa ETAR (Adaptado de Mendes, 1998)

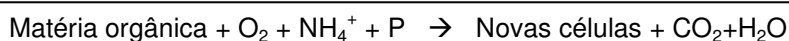
Fases do tratamento	Breve descrição
1ª - Tratamento preliminar	Processa-se à remoção e desintegração de sólidos. Os óleos e as gorduras são também removidos nesta fase de tratamento, quando se encontram em grandes quantidades.
2ª- Tratamento primário (sedimentação)	Processa-se a remoção dos sólidos decantáveis, separados sob a forma de lamas.
3ª- Tratamento secundário (biológico)	As substâncias orgânicas coloidais e dissolvidas são oxidadas pela ação dos microrganismos.
4ª-Tratamento terciário	Tem como objetivo a remoção de bactérias, sólidos suspensos, compostos tóxicos específicos ou de nutrientes, de modo a que as características finais de descarga da água tratada estejam de acordo com os valores desejados (afinação dos efluentes).
5ª- Estabilização	Estabilização e deposição final das lamas produzidas no decurso do processo.

Os microrganismos são agentes ativos da capacidade autodepuradora dos sistemas aquáticos, de águas contaminadas e poluídas, podendo também serem potenciais agentes de poluição hídrica. O termo autodepuração é definido como *a restauração, por processos naturais, do estado natural de um curso ou massa de água, após a descarga de matéria orgânica poluente* (Mendes, 1998:509). A quantidade de matéria orgânica que um curso de água pode assimilar é limitada pela quantidade de oxigénio dissolvido. Os teores de oxigénio dissolvido dependem da velocidade do seu consumo, devida à ação microbiana, à taxa de reoxigenação da massa de água, a processos biológicos ou outros processos. Assim, nos ecossistemas naturais e nos sistemas de tratamento de águas residuais, o conhecimento da quantidade de oxigénio necessária para a oxidação da matéria orgânica é importante de modo a: a) assegurar um teor de oxigénio suficiente, durante o processo de tratamento, que possa garantir a oxidação completa da matéria orgânica; b) assegurar que as águas receptoras não fiquem desoxigenadas, o que teria como resultado a morte da fauna e flora naturais (Mendes, 2010).

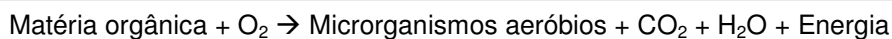
Na avaliação da carga orgânica poluente dos efluentes, são utilizadas culturas mistas de microrganismos, através da determinação da Carência Bioquímica de Oxigénio (CBO), que permite uma estimativa da fração oxidável dos materiais biológicos presentes nos efluentes. A CBO é definida como *a quantidade de oxigénio dissolvido necessária para*

o processo de oxidação bioquímica, em condições determinadas, durante 5 dias, a 20°C, no escuro (CBO₅) (Mendes 1998:288).

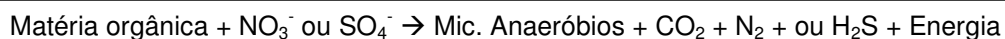
Os microrganismos utilizam a matéria orgânica para a respiração (produzindo energia) e para a síntese de proteínas e de outros componentes celulares. A reação, de uma forma global, no tratamento de águas residuais, pode ser sumarizada pela seguinte equação:



As bactérias aeróbias predominam nos cursos de água naturais e são responsáveis pelos processos autodepurativos. Os processos aeróbios são bioquimicamente eficientes, originando como produtos finais compostos quimicamente simples e altamente oxidados, ou seja, promovem a mineralização completa da matéria orgânica. Nestes casos as reações podem ser traduzidas como:



As bactérias anaeróbias encontram-se nos sedimentos dos rios, lagos, albufeiras e estuários, ricos em matéria orgânica, e nas estações de tratamento e digestão de lamas (ETAR). Os processos anaeróbios são bioquimicamente ineficazes, originando produtos quimicamente complexos (aminoácidos, álcoois, ácidos orgânicos, ácidos gordos, etc.), não promovendo a mineralização completa da matéria orgânica. Nestes casos as reações podem ser traduzidas como:



Segundo Mendes (1998), neste tipo de tratamentos *ocorre, basicamente, uma oxidação biológica e uma biossíntese a partir da matéria orgânica presente no efluente, donde resulta a sua remoção. Daí resultam produtos finais mineralizados, solúveis ou em suspensão no efluente. Após a remoção dos sólidos decantáveis, por sedimentação primária, a maior parte da matéria orgânica residual permanece na forma solúvel ou em suspensão. Os processos de biossíntese convertem esta matéria em biomassa particulada, removida posteriormente por sedimentação, com excesso de lamas (p.288).*

Desta forma, nos processos biológicos de tratamento de efluentes, ocorrem sucessões de organismos nos processos autodepurativos, ou seja, existe um grande crescimento inicial do número de bactérias presentes, seguindo-se um desenvolvimento de protozoários à custa da predação dessas bactérias (basicamente bactérias Gram negativas⁵⁷). A presença de protozoários pedunculados é um indicador da elevada eficiência do processo depurativo, no decurso do qual se verifica a formação do floco biológico⁵⁸ (Mendes, 2010).

Lima e Nicolau (2010) referem que o componente biótico que se desenvolve no tanque de arejamento das ETAR por lamas ativadas é constituído, essencialmente, pelos decompositores, ou seja, bactérias e fungos que obtêm a energia diretamente da matéria orgânica dissolvida, e pelos constituintes, ou seja, flagelados heterotróficos, ciliados, rizopódios e pequenos metazoários que, como consumidores primários, baseiam a sua alimentação precisamente nas bactérias diretamente responsáveis pela decomposição da matéria orgânica, estabelecendo-se, desta forma, uma verdadeira rede trófica (Figura 4).

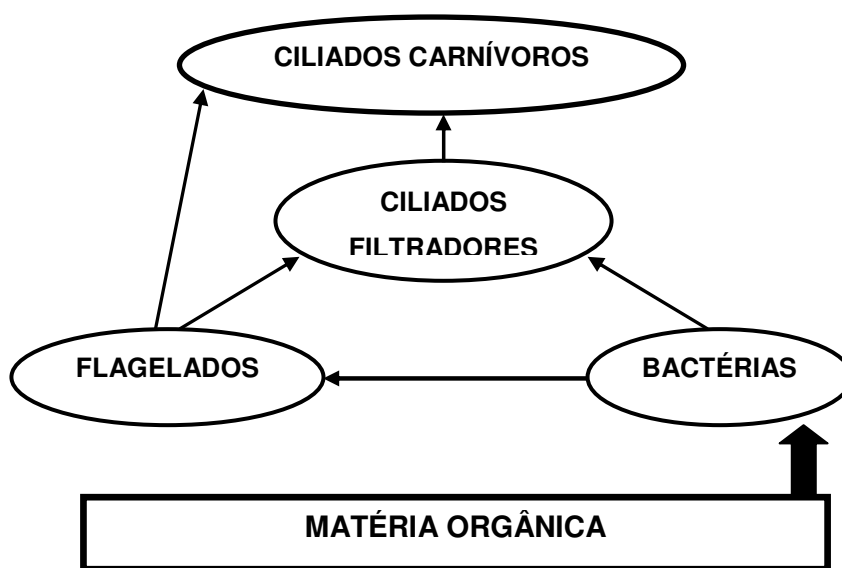


Figura 4 - Rede trófica das lamas ativadas (Adaptado de Nicolau et al., 1997)

⁵⁷ As bactérias podem ser Gram positivas ou Gram negativas. Esta nomenclatura diz respeito ao resultado após a aplicação de um método de coloração denominado método de Gram. No final da aplicação da coloração, as bactérias Gram positivas ficam coradas de roxo/azul escuro e as bactérias Gram negativas coram de vermelho/rosa. Esta diferença na coloração das bactérias deve-se ao tipo de constituição da sua parede celular que difere entre as Gram positivas e as Gram negativas.

⁵⁸ O floco biológico, com uma estrutura gelatinosa, representa um conjunto muito vasto de microrganismos (bactérias, leveduras e outros fungos, protozoários) e de rotíferos, larvas e insetos. As algas podem também estar presentes nas áreas expostas à ação da luz solar (Mendes, 2010).

Dos protistas que habitam os sistemas de tratamento aeróbio de águas residuais, nomeadamente os sistemas de lamas ativadas, os ciliados constituem o grupo mais numeroso e diversificado, alcançando normalmente uma densidade de 10000 células/ml de licor misto⁵⁹ arejado, o que representa aproximadamente 9% dos sólidos suspensos. A maior parte dos ciliados presentes nestes sistemas alimenta-se de bactérias, mas uma pequena apresenta uma ação predadora sobre outros ciliados ou flagelados.

Os ciliados bacterívoros das lamas ativadas são de três tipos, representando grupos tróficos, de acordo com o seu comportamento alimentar (Lima e Nicolau, 2010):

A- **Nadadores** – nadam na fração líquida e permanecem em suspensão no tanque de sedimentação;

B- **Sésseis** - estão fixos por um pedúnculo aos flocos, precipitando no tanque de sedimentação;

C- **Móveis de fundo** - habitam as superfícies dos flocos, sedimentando também no clarificador secundário.

No Quadro 6 podemos encontrar os ciliados mais frequentes das lamas ativadas e os seus respetivos grupos tróficos.

Quadro 6 - Lista dos ciliados mais frequentes nas lamas ativadas e respetivos grupos tróficos (Adaptado de Lima e Nicolau, 2010).

Carnívoros	Bacteriófagos		
	Nadadores	Móveis de fundo	Sésseis
<i>Acineria incurvata</i> <i>Amphileptus</i> spp. <i>Coleps hirtus</i> (*) <i>Litonotus</i> spp. <i>Spathidium</i> spp. <i>Acineta</i> spp. <i>Metacineta</i> spp. <i>Podophrya</i> spp. <i>Tokophrya</i> spp.	<i>Colpoda</i> sp. <i>Colpidium colpoda</i> <i>Colpidium campylum</i> <i>Cinetochilum margaritaceum</i> <i>Cyclidium glaucoma</i> <i>Dexiotricha</i> spp. <i>Glaucoma scintillans</i> <i>Loxocaphalus</i> sp. <i>Paramecium</i> spp. <i>Pseudocohnilembus pusillus</i> <i>Sathrophilus</i> sp. <i>Tetrahymena pyriformis</i> (complexo) <i>Uronema nigricans</i>	<i>Acineria uncinata</i> <i>Aspidisca cicada</i> <i>Aspidisca lynceus</i> <i>Chilodonella uncinata</i> <i>Drepanomonas revoluta</i> <i>Euplotes affinis</i> <i>Euplotes moebiusi</i> <i>Euplotes patella</i> <i>Stylonychia</i> spp. <i>Trachelophyllum pusillum</i> <i>Trithigmostoma cucullulus</i> <i>Trochilia minuta</i>	<i>Carchesium</i> spp. <i>Epistylis</i> spp. <i>Opercularia coarctata</i> <i>Opercularia microdiscos</i> <i>Opercularia minima</i> <i>Stentor</i> spp. <i>Vaginicola crystallina</i> <i>Vorticella aquadulcis</i> <i>Vorticella convallaria</i> <i>Vorticella microstoma</i> <i>Zoothamnium</i> spp.

(*) Omnívoro

⁵⁹ Nome frequentemente dado ao líquido do tanque de arejamento.

Foram apresentadas algumas das áreas/atividades em que os microrganismos são protagonistas, considerando a perspectiva positiva e negativa. Será ainda importante referir que se pretendeu fazer uma breve abordagem a um tema extremamente vasto, tendo como único objetivo a descrição de alguns dos exemplos que colocam os microrganismos numa posição de notoriedade e reconhecimento do seu valor, tanto no mundo natural como na sociedade humana.

2.1.3.4 Reconhecimento social do papel dos microrganismos: conotação negativa vs conotação positiva

A maioria das pessoas associa os microrganismos a doença. Estes seres vivos parecem ter estado sempre associados ao alarmismo e à repugnância e raramente se aceita que eles podem ser inofensivos ou até mesmo benéficos, quando, de facto, é isso que acontece. Desde as mãos, o cabelo, a boca, a pele e os intestinos, as poeiras e o ar que respiramos, até aos alimentos que ingerimos, contêm microrganismos, na sua maioria inofensivos. Os microrganismos patogénicos representam assim uma minoria, excetuando nos locais ou situações pontuais em que a sua concentração se torna anormal.

Segundo Postgate (2002), só a partir do início do século passado se tem vindo lentamente a compreender que comemos e respiramos micróbios e que dormimos e vivemos com eles. Esse facto permitiu grandes avanços no controlo da higiene e na medicina do séc. XX.

A conotação negativa relativamente aos microrganismos é muito comum, não só por parte das crianças (Byrne e Sharp, 2006), que os associam principalmente à sujidade e às doenças, mas também por parte dos adultos⁶⁰ (Jones e Rua, 2006).

De facto, a conotação negativa é tão marcada na sociedade que alguns estudantes, mesmo após a sua educação formal acerca deste assunto, quando questionados relativamente à existência de microrganismos benéficos, apesar de reconhecerem a sua existência, não sabem dizer de que forma é que podem realmente ser benéficos. Desconhecem assim o tipo de atividade microbiana “útil” ou “não prejudicial” (Jones e Rua, 2006).

⁶⁰ No estudo levado a cabo por Jones e Rua (2006), aplicado a alunos do ensino básico e secundário, assim como a adultos, a definição de microrganismos levou a uma classificação espontânea em três grupos: aqueles que causam mal; aqueles que não causam doença mas não são benéficos e aqueles que são benéficos para o nosso organismo. Verificaram que a maioria dos adultos e crianças se expressam em relação aos microrganismos de um modo negativo, incluindo-os no primeiro grupo. De referir que o grupo de adultos incluía também profissionais do ramo da saúde.

Fatores sócio culturais relacionados com a transmissão de informações maioritariamente associadas a aspetos negativos acerca dos microrganismos, fatores históricos apoiados nos relatos e registos de epidemias que noutras épocas dizimaram continentes, a forte influência dos *media* que debitam informação todos os dias na televisão⁶¹, na Internet, nos jornais, etc., contribuem para a prevalência de uma imagem negativa destes organismos.

É importante que haja um reconhecimento social do papel imprescindível que alguns microrganismos desempenham, tanto ao nível do funcionamento do mundo vivo, como ao nível do contributo para uma melhoria da qualidade de vida do ser humano, numa sociedade onde cada vez mais a biotecnologia está presente.

Um passo importante para esse reconhecimento é a abordagem dos microrganismos e do seu papel vital na natureza, na sociedade e na escola logo desde os primeiros anos de escolaridade. Para essa abordagem é importante conhecermos as conceções que as crianças apresentam relativamente a estes seres vivos, de modo a que as metodologias a abordar na sala de aula levem a uma mudança conceptual efetiva e ao aumento da sua literacia científica, como se pretende que se desenvolva desde cedo.

2.2 Da literacia científica ao ensino das ciências

2.2.1 Literacia científica e a sua influência na aprendizagem

A literacia científica tem sido discutida na educação em ciências desde há algumas décadas. A clarificação do conceito, particularmente associado aos programas escolares de ciências, tem sido explorada por alguns investigadores, como Koballa et al. (1997); Bybee (1997); DeBoer (2000); Fensham (2000); Mayer e Kumano (2002).

A importância da literacia científica, no âmbito do mundo científico-tecnológico atual, poderá ser comparada, segundo Ramos (2004), ao saber associado à alfabetização no final do séc. XIX. É, por isso, muitas vezes, entendida como *alfabetização científica* ou *alfabetização científico-tecnológica*.

⁶¹ Não deixa de ser curiosa a posição dos *media* quando transmitem notícias ou informações, por exemplo, relativas a intoxicações alimentares em cantinas escolares, a doenças mediáticas como a gripe das aves, ou a anúncios de produtos antibacterianos para lavagem das mãos, referirem sempre o responsável pelo fenómeno com palavras como “microrganismos”, “bactéria” ou “vírus”. No entanto, na apresentação de descobertas ao nível da biotecnologia, anúncios a iogurtes “bio-ativos”, etc., muito raramente, ou nunca, referenciam os microrganismos como responsáveis pela produção/eficácia desses produtos.

Segundo Garcia (2001), essa *alfabetização científica* pode ser uma ferramenta que permite aos cidadãos participar na compreensão e transformação da sociedade. Refere, ainda, que no debate atual sobre a alfabetização científica, podem distinguir-se quatro níveis:

a) Conhecer – aceder a uma linguagem e poder usá-la, utilizando-a como um acesso ao conhecimento;

b) Descodificar – estar consciente dos processos, dos métodos e dos modos de atuar;

c) Atuar – pensamento crítico que acede às consequências e questiona os fins (dimensões sociais, económicas, tecnológicas, humanas e éticas), associada à capacidade reflexiva;

d) Desmistificar – Entrar nas questões epistemológicas que dizem respeito à natureza da Ciência.

Segundo o mesmo autor, a *alfabetização científica* promove, assim, nos alunos uma compreensão intencionada do contexto científico-tecnológico em que nos encontramos, uma vez que não basta conhecer o que nos rodeia, é necessário compreender de uma forma consciente e crítica para poder atuar.

Fensham e Harlen (1999) e Harlen (2001), referem que a literacia científica é vista como a capacidade para identificar questões e desenhar ou construir conclusões baseadas na evidência, no sentido de compreender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças realizadas nele através da atividade humana. Focaliza-se nos seguintes processos científicos e competências transversais do currículo:

Processos científicos: i. reconhecer questões científicas investigáveis; ii. identificar evidências numa investigação científica; iii. desenhar ou avaliar conclusões; iv. comunicar conclusões válidas; v. demonstrar compreensão acerca de conceitos científicos.

Competências transversais do currículo: i. aprendizagem autorregulada; ii. capacidade para resolver problemas; iii. comunicação e cooperação.

Bybee e McCrae (2011) defendem a importância inquestionável da aquisição de elevados níveis de literacia científica por parte dos indivíduos e a sua capacidade para aplicar conhecimentos científicos em situações do dia a dia. Ou seja, se um indivíduo sabe o suficiente acerca de ciência, aplicará esses conhecimentos em situações do seu quotidiano. Deste modo, o conhecimento científico influencia diretamente as decisões e os comportamentos dos indivíduos. No mesmo sentido, DeBoer (1991), refere que um indivíduo “cientificamente letrado” é aquele que é capaz de usar conceitos, processos e valores científicos ao tomar decisões quotidianas, enquanto interage com os outros e com o seu ambiente, para além de compreender a interação Ciência-Tecnologia.

Da mesma forma e reforçando a importância da literacia científica na formação de cidadãos conscientes, autónomos e reflexivos, Tenreiro-Vieira (2004) salienta a necessidade de promover a capacidade de pensamento crítico dos alunos, no contexto da educação em Ciência, pois vivemos todos num mundo onde, cada vez mais, os cidadãos são chamados a intervir e a tomar posição sobre questões públicas, nomeadamente, sobre as implicações sociais da Ciência e da Tecnologia. O mesmo autor refere ainda que todos os estudantes de ciências serão, mais tarde ou mais cedo, elementos integrantes de uma sociedade e, enquanto cidadãos, tornam-se responsáveis pelos riscos e benefícios do conhecimento, dos produtos e dos sistemas científicos e tecnológicos.

Driver e Osborne (1998) indicam quatro argumentos base que justificam a importância da valorização e implementação da literacia científica:

1- *O argumento económico*: as sociedades modernas necessitam de indivíduos ativos cientificamente e tecnologicamente literados para manter as suas competências;

2- *O argumento da utilidade*: os indivíduos necessitam de uma compreensão básica da ciência e tecnologia para que atuem efetivamente como indivíduos e consumidores;

3- *O argumento cultural*: a ciência é um grande ponto de realização humana e constitui um grande contributo para a nossa cultura;

4- *O argumento democrático*: os cidadãos necessitam de ser capazes de alcançar uma visão informada das políticas e conteúdos relacionados com ciência, de modo a poderem participar em discussões e tomadas de decisão.

Autores como Osborne (2007) e Roberts (2007), debruçaram-se, em particular, sobre várias discussões acerca da literacia científica. Por exemplo, Osborne (2007) refere que os currículos de ciências e as suas práticas têm sido direcionados para uma ênfase na educação de *futuros cientistas* em vez de *futuros cidadãos*. Neste seguimento, Bybee e McCrae (2011), referem que na abordagem mais *clássica* da literacia científica, não estão incluídos os interesses, atitudes, crenças e valores dos indivíduos na influência da tomada de decisões. Permanece a necessidade de estabelecer ligações claras entre as atitudes e os interesses dos indivíduos como influência em respostas a questões relacionadas com a ciência em situações do quotidiano. O projeto PISA⁶² 2006 (*Programme for International*

⁶² O PISA é um programa patrocinado pela OCDE (*Organização para Cooperação e Desenvolvimento Económico*), uma organização intergovernamental onde participam 32 países industrializados. Em 2006, 57 países participaram no PISA, incluindo 30 dos membros da OCDE, e 27 países não-OCDE. O PISA mede competências de alunos de 15 anos relacionadas com a literacia em leitura, literacia em matemática e literacia em ciências, cada três anos. Este programa foi implementado pela primeira vez em 2000 e, em cada ciclo de três anos, abrange todos os itens, estudando em profundidade cada um deles. O primeiro item estudado com maior profundidade, em 2006, foi as *ciências* (Bybee e McCrae, 2011). Em 2000, num conjunto de 31 países, os jovens portugueses de 15 anos ficaram em 26.º, 27.º e 28.º lugares em literacia em leitura, em literacia matemática e em literacia científica, respetivamente. No estudo PISA 2003, num total de 41 países,

Student Assessment) permitiu dar um passo na direção de incluir a dimensão atitudinal na definição da literacia científica. Assim, de acordo com Osborne (2007), a perspetiva da literacia científica avaliada no Programa PISA 2006, enfatiza mais a educação dos indivíduos como *futuros cidadãos* em vez de *futuros cientistas*.

Segundo o PISA 2006, a literacia científica diz respeito ao conhecimento científico e à utilização desse conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenómenos científicos e elaborar conclusões fundamentadas sobre questões relacionadas com Ciência, bem como à compreensão das características próprias da Ciência, enquanto forma de conhecimento e de investigação, à consciência do modo como Ciência e Tecnologia influenciam os ambientes material, intelectual e cultural das sociedades e à vontade de envolvimento em questões relacionadas com ciência e com o conhecimento científico, enquanto cidadãos conscientes (OCDE, 2007).⁶³

Neste contexto, segundo Fernandes (2011), e tendo em conta a perspetiva assumida no PISA 2006, a literacia científica é todo um conjunto de capacidades e competências que os alunos desenvolvem para interpretar e dar sentido ao meio envolvente e para tomarem decisões conscientes e responsáveis nos mais variados campos do saber.

Aqui, a escola pode ter um papel fundamental na projeção do processo de ensino-aprendizagem das Ciências, cumprindo o seu verdadeiro papel de instrumento ao serviço de uma nova cidadania, ao mesmo tempo mais crítica e mais solidária com a humanidade e o planeta como um todo (Fernandes, 2011). Segundo Feinstein (2011), a educação em ciências deve ser assim encarada pelos alunos como algo útil para o seu dia a dia. Esta deve ajudar os indivíduos a resolver problemas do seu quotidiano, afetando diretamente circunstâncias materiais e sociais, moldando o seu comportamento, e informando-os. É neste sentido que Vieira (2007) defende que a literacia científica está ligada à forma como os adultos se posicionam face à Ciência e, naturalmente, o que os alunos aprenderem hoje condicionará a sua atitude no futuro. O autor considera que *o objetivo final do ensino de Ciência será formar uma população que considere a Ciência interessante e importante, que*

Portugal ocupava, no conjunto dos 29 países da OCDE, o 25.º lugar em literacia matemática, 24.º lugar em literacia em leitura e 27.º lugar em literacia científica (ME, 2004). Segundo Sá e Varela (2007), não ocorreram melhorias significativas nos alunos portugueses, entre os dois estudos, ao contrário de outros países.

⁶³ Segundo Duit e Treagust (2003), a melhoria da literacia científica dos alunos e da população em geral, tornou-se uma preocupação na pesquisa em educação das ciências durante os anos 90, em muitos aspetos guiada pela consciência pública acerca da necessidade urgente de um nível suficiente de literacia científica das populações. Num grande número de países, os resultados desapontantes do Estudo PISA alarmaram muitas pessoas, incluindo políticos, responsáveis governamentais da educação, e professores de um modo geral. Após reflexão, foi solicitada uma revisão sobre o modo como a instrução em ciências se deveria realizar na escola, de forma a torná-la mais efetiva.

consiga aplicar conhecimentos da Ciência no seu cotidiano, e que consiga participar em debates relacionados com questões/problemas científicos (p.105).

Alguns projetos foram desenvolvidos na tentativa de resolver este problema (ex.: Prenzel e Duit, 2000; Beeth, 2001; Beeth et al., 2003). A maioria dessas ações teve em conta os seguintes aspetos:

a) incentivar a escola e os professores a repensarem a representação da ciência no currículo; b) alargar a variedade de práticas, tarefas, experiências, estratégias de ensino-aprendizagem e recursos; c) promover a aplicação de estratégias e uso de recursos que motivassem os alunos e despertassem mais interesse; d) aplicar de forma efetiva estratégias construtivistas na sala de aula.

Estas ações implicam que o professor seja parceiro reflexivo com uma visão não transmissiva no processo de ensino-aprendizagem. Da mesma forma, estas ações implicam que os alunos sejam ativos, mais responsáveis, cooperativos e reflexivos. Deste modo, o desenvolvimento de programas de qualidade basear-se-ia na visão construtivista do ensino-aprendizagem que são o centro da mudança conceptual (Duit e Treagust, 2003).

DeBoer (2000, adaptado de Fernandes, 2011), em forma de revisão acerca da temática, anuncia nove pontos principais que podem ser vistos como finalidades da literacia científica:

1) O ensino/aprendizagem da Ciência é hoje uma força cultural no mundo moderno. A Ciência faz parte da nossa herança intelectual, devendo ser transmitida de geração em geração. Os indivíduos literatos, bem informados e cultos, têm de possuir conhecimentos acerca da Ciência e do seu efeito sobre a Sociedade;

2) A literacia científica prepara o cidadão para o mundo do trabalho; os alunos devem receber um conjunto de conhecimentos e desenvolver competências que lhes permitam exercer uma profissão na qual a Ciência e a Tecnologia desempenhem um papel importante;

3) É importante aprender conteúdos científicos que tenham aplicações diretas no dia a dia; os conteúdos podem ser selecionados e apresentados de modo a que os alunos percebam as suas implicações sobre o mundo natural;

4) Deve-se ensinar os alunos para serem cidadãos informados; o sucesso de uma sociedade democrática depende da participação dos cidadãos nos debates científicos e nas tomadas de decisão que com eles se relacionam;

5) É importante aprender Ciência como uma forma particular de examinar o mundo natural; os alunos devem ser introduzidos numa linguagem que permita comunicar com a natureza, de modo a contribuírem para a evolução do conhecimento, por um lado, e, por

outro, poderem julgar a qualidade científica de certos estudos. Ao mesmo tempo, os alunos devem reconhecer os limites da Ciência;

6) A Educação em Ciências deve compreender notícias e debates apresentados pelos meios de comunicação; a educação científica deve formar cidadãos que consigam entender e criticar notícias publicadas, bem como participar em debates relacionados com temas científicos; os princípios democráticos requerem que todos tenham oportunidade de desenvolver conhecimentos e competências suficientes para emitir e fundamentar uma opinião;

7) É importante aprender Ciência pela sua estética sedutora; deve-se tentar encantar os alunos com os fascínios do mundo natural, desenvolvendo o gosto pela Ciência;

8) Deve-se preparar cidadãos para que criem empatia com a Ciência; a educação em Ciência deve avançar no domínio científico e teórico, especialmente para os alunos que se mostrem motivados para tal;

9) Deve-se compreender a natureza e a importância da Tecnologia, bem como a sua relação com a Ciência; a educação em Ciência deveria desenvolver nos alunos as competências necessárias para planificar, desenvolver e avaliar projetos tecnológicos.

Assim, a grande finalidade da Educação em Ciências é *contribuir para a formação de cidadãos cientificamente mais cultos, o que implica promover a compreensão da relação CTSA⁶⁴ [...] e o desenvolvimento de competências para resolver problemas, gerir conflitos, tomar decisões e fazer escolhas conscientes. Contudo, a atuação responsável perante problemas de cariz científico-tecnológico exige informação credível e atualizada, pois só ela permite que se tomem decisões conhecedoras e informadas, características de indivíduos literados cientificamente* (Fernandes, 2011:35).

2.2.2 Uma conceção construtivista do ensino e da aprendizagem

De acordo com Pozo et al. (1991), a teoria psicológica de aprendizagem foi abandonando progressivamente os modelos segundo os quais o conhecimento do indivíduo é uma réplica da realidade baseada na prática. Na realidade, esse conhecimento resulta da interação entre a nova informação e a que já possui, havendo assim uma relação entre a informação a aprender e os processos psicológicos envolvidos no processamento da informação por parte do indivíduo.

⁶⁴ Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente

A mente humana é o elemento responsável pela construção de hipóteses ou novas teorias. A realidade é assim apercebida e construída de forma pessoal por cada observador ao contrário do acumular passivo de informações. *Tiramos significado de uma nova situação de aprendizagem, utilizando as ideias que já possuímos; esta interpretação do "novo" em termos do "velho" reflete uma visão do conhecimento não como um conjunto de factos isolados, mas como uma estrutura altamente organizada e interrelacionada de múltiplos modos* (Driver e Bell, 1986 em Pereira 1992:65).

O Construtivismo foi um dos movimentos predominantes na Educação em geral e, em particular, no ensino das Ciências. Trata-se de uma Corrente Psicológica sobre a aprendizagem que considera fundamental a implicação mental do indivíduo como agente das suas aprendizagens. Sendo a aprendizagem um processo ativo, no qual o indivíduo constrói o seu conhecimento em interação com o meio e com intervenção dos conhecimentos pré-existentes, para os construtivistas, aquilo que o aluno já sabe é um fator crítico que afeta a aprendizagem futura⁶⁵ (Pires, 2010).

Nesta perspetiva, a aprendizagem deverá ser vista como um processo de construção/reconstrução do conhecimento e o ensino como uma ação facilitadora desse processo (Carretero, 1997; Pires, 2010). Neste processo de construção/reconstrução, os conhecimentos que o indivíduo já possui, entre os quais se situam as suas ideias ou conceções prévias, assumem um papel preponderante⁶⁶. O novo conhecimento resulta das conexões⁶⁷ que os indivíduos estabelecem ao integrarem a nova informação com a informação que já possuem nas suas estruturas cognitivas (Rivard e Straw, 2000; Hewson, 2001). Deste modo, quando entramos em contacto com um novo conteúdo que apenas nos parece novo, na realidade, vamos interpretá-lo usando os significados que já possuímos. No entanto, pode ocorrer que, ao tentarmos assimilar o novo conteúdo, modifiquemos

⁶⁵ Segundo Bell et al. (1985) o grande avanço verificado na investigação em educação em ciências traduz-se, essencialmente, em deixar de olhar para o que os alunos não sabem e passar a dar mais importância às ideias que eles possuem. Para Kinchoeloe (2006), o contexto construtivista apresenta assim um posicionamento oposto às manifestações dos modelos baseados numa teoria transmissiva do conhecimento, que afirma que a informação é transferida do professor para a mente do aluno. Numa perspetiva construtivista, o conhecimento na sala de aula é construído aliando a experiência pessoal do aluno com os saberes académicos, onde os professores devem trabalhar arduamente no sentido de conciliar as diferentes perspetivas, validando saberes e formas de atribuição de significados, tradicionalmente rejeitados pela cultura dominante

⁶⁶ Segundo uma perspetiva construtivista, os indivíduos constroem ideias e significados sobre o mundo que os rodeia e as conceções individuais e coletivas que apresentam sobre o mundo mudam com o tempo (Novak, 1988).

⁶⁷ A atribuição de significado à nova informação, por parte dos alunos, implica necessariamente a sua mobilização a nível cognitivo. Essa mobilização leva-os a rever e a apelar aos seus esquemas de conhecimento, a fim de darem conta da nova situação, tarefa ou conteúdo de aprendizagem. Em resultado do confronto entre o que para eles é já um dado adquirido e o que lhes é proposto de novo, esses esquemas podem sofrer modificações leves ou bastante acentuadas, devido ao estabelecimento de novos esquemas, conexões e relações na sua estrutura cognitiva (Solé e Coll, 2001).

alguns significados já conhecidos de forma a poder entender esse novo conteúdo, fenómeno ou situação. Através deste processo, além de modificarmos o conhecimento que já possuíamos, interpretamos o novo de forma peculiar de modo a que podemos integrá-lo como nosso. Através deste fenómeno, que chamamos *aprendizagem significativa*, construímos um significado próprio e pessoal para um conhecimento que objetivamente existe. Não se trata, assim, de um processo que conduz à acumulação de novos conhecimentos, mas sim uma integração, estabelecimento de relações e coordenação entre esquemas de conhecimentos que já possuíamos, dotados de uma certa estrutura e organização que varia em cada aprendizagem que realizamos (Coll et al., 2001).

Segundo os mesmos autores, a conceção construtivista do ensino e da aprendizagem, faz com que a escola torne acessível aos seus alunos aspetos da cultura que são fundamentais ao seu desenvolvimento pessoal, não só a nível cognitivo mas também ao nível das capacidades de equilíbrio pessoal, de inserção social e de relação interpessoal. Baseia-se, também, num caráter ativo da aprendizagem que mostra aos alunos que este é fruto de uma construção pessoal onde, além da intervenção do sujeito que aprende, entram também agentes culturais, peças fundamentais para o crescimento pessoal.

No mesmo sentido, Pires et al. (2004), referem que uma perspetiva de aprendizagem baseada em pressupostos sociológicos, que conjuga o interacionismo simbólico com o construtivismo social, promove o sucesso escolar dos alunos. Segundo estas autoras, esta perspetiva de aprendizagem acerca do aluno ativo, que aprende em contextos sociais diversificados, e do papel do professor como construtor de contextos sociais promotores da aprendizagem, é fundamentada nas ideias de Vygotsky. A este respeito referem que:

De acordo com uma abordagem Vygotskyana, a aprendizagem envolve a construção social do conhecimento, para a qual é fundamental a natureza das interações sociais que o professor promove no contexto da sala de aula. Além disso, para que a aprendizagem seja significativa e para que permita o desenvolvimento de todo o potencial cognitivo da criança, o professor deve promover um processo de aprendizagem que vá além do desenvolvimento real da criança, explorando, assim, o seu desenvolvimento potencial, através da criação da zona de desenvolvimento proximal. Isto chama a atenção para a importância de processos de ensino-aprendizagem que não se baseiem num baixo nível de exigência conceptual e implica que a criança aprenda em contextos que permitam o diálogo/interação com os outros, ou seja, com experiências de vida relacionadas com diferentes ambientes sociais e culturais (p.2).

Segundo Martins et al. (2006), o processo educativo segundo a orientação construtivista para o ensino e aprendizagem das ciências, deverá centrar-se no sujeito que aprende e guiar-se pelos seguintes princípios:

a) aprendizagem de conceitos faz-se em idades precoces; desde cedo as crianças começam a desenvolver progressivamente as suas próprias concepções acerca do mundo, a estar atentas a determinadas regularidades e a identificá-las através de uma designação; b) concepções ingénuas de determinadas regularidades são comuns a muitas pessoas e encontram-se, por vezes, muito enraizadas na forma de pensar e de agir dos indivíduos, afetando claramente as suas aprendizagens; c) o conhecimento do aluno influencia aquilo que ele procura conhecer ou aquilo que outros procuram que ele conheça (p.26).

Tendo em conta estas implicações para a aprendizagem, os mesmos autores indicam um conjunto de dez procedimentos que devem ser tidos em conta pelos professores no processo de ensino-aprendizagem. Assim os professores devem:

- 1- Procurar identificar e utilizar as ideias dos alunos acerca dos temas constantes no currículo e nos programas. Isto passará pela deteção prévia dessas ideias antes da abordagem dos conteúdos;
- 2- Aceitar e incentivar a expressão de ideias e de dúvidas por parte dos alunos;
- 3- Incentivar a colaboração dos alunos;
- 4- Encorajar a partilha de ideias e a discussão, bem como a realização de trabalho de grupo;
- 5- Encorajar a utilização de fontes diversificadas de informação;
- 6- Orientar os alunos na pesquisa de informação de forma eficaz;
- 7- Incentivar os alunos a testar as suas ideias;
- 8- Orientar os alunos na realização de processos elementares de investigação/pesquisa;
- 9- Encorajar a autoanálise, a reflexão e a procura dos outros para a resolução dos seus próprios problemas;
- 10- Encarar as ideias que se têm como hipóteses de trabalho que é preciso testar, procurando hipóteses alternativas.

O novo estatuto conferido pelo paradigma construtivista às concepções alternativas dos alunos veio desencadear uma verdadeira onda de investigações, cujo objetivo fundamental é o de identificar e explicar as concepções explicitadas pelos alunos nas mais diversas áreas do saber científico (Duarte, 1999). Este trabalho reveste-se de elevada importância devido ao facto dessas ideias alternativas poderem constituir um obstáculo de aprendizagem (Clément, 1998) que irá influenciar aprendizagens futuras nos alunos.

2.2.3 Ensino das ciências no 1.º CEB e a perspetiva construtivista

A investigação que se tem vindo a realizar e que defende uma perspetiva construtivista da aprendizagem, vem indicar que a mente da criança não é isenta de conhecimento. Esta é ativa, criadora, construtora de ideias acerca do mundo que a rodeia e da sua própria aprendizagem. De facto, logo desde cedo os indivíduos constroem ideias acerca do funcionamento do mundo, e o modo como estes extraem o seu significado varia muito (Novak, 1988; Pereira, 1992).

Nesta perspetiva, aprender não é copiar a realidade. Aprendemos quando somos capazes de elaborar uma representação pessoal de um objeto da realidade ou conteúdo que pretendemos aprender. Essa elaboração implica uma aproximação desse objeto, que não se faz a partir do nada, mas sim a partir das experiências, interesses e conhecimentos prévios do aluno (Lucks, 1999).

A relação entre ciência e aprendizagem é de grande cumplicidade. Segundo autores como Valente (1987), a educação científica, além de promover a capacidade de pensar, desenvolve nos alunos competências que lhes servirão de “ferramentas” para pensar ao longo das suas vidas. Por outras palavras, desenvolve a capacidade de aprender a pensar.

A perceção da importância do ensino das ciências é bem patente nas declarações realizadas num encontro de especialistas sobre o ensino das Ciências na escola primária⁶⁸, promovido pela UNESCO em 1983 (Sá, 2002:28). Assim:

- 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.

Do mesmo modo, autores como Pereira (1992), referem que o ensino das ciências contribui para o desenvolvimento de atitudes e valores que determinam comportamentos do indivíduo. Tendo em conta que na educação básica os alunos devem adquirir atitudes, tais como a exigência de fundamentação, a persistência, entre outras, o ensino das ciências, e mais especificamente, o ensino experimental das ciências, constitui um excelente veículo para a aquisição dessas competências com a mais valia de que, segundo

⁶⁸ Designação dada na altura em que o documento foi escrito. Atualmente a “escola primária” designa-se *Escola do 1.º Ciclo do Ensino Básico*.

Sá (2002), *“as ciências podem ser um contributo para se fazer da escola um lugar de prazer e satisfação pessoais, porque oferecem a possibilidade de as crianças realizarem importantes objetivos educativos fazendo coisas de que realmente gostam”* (p.31). As crianças trazem para a sala de aula ideias ou concepções que podem ser erradas ou desviadas do conhecimento científico. Muitas dessas ideias são resistentes à mudança e tendem a enraizar-se se não forem trabalhadas corretamente. Além disso, quanto mais tempo essas ideias ou concepções permanecerem na estrutura cognitiva da criança, mais dificilmente serão modificadas pelos conceitos corretos (Helm e Novak, 1983; Harlen, 1988).

Desta forma, sem uma abordagem efetiva à Ciência e sem a possibilidade de realizar atividades científicas que desafiem esse conhecimento enraizado ou pensamentos acerca do mundo físico-natural envolvente, a criança fica limitada a um conjunto de ideias informais, vagas. É então importante que logo no 1.º Ciclo do Ensino Básico estas ideias sejam trabalhadas com as crianças no sentido de uma mudança conceptual.

De acordo com Mata et al. (2004), a Ciência, hoje em dia, devido à sua natureza e sobretudo ao seu desenvolvimento, deixou de ser um assunto exclusivamente ligado aos cientistas para passar também a dizer respeito aos cidadãos em geral. A facilidade com que a informação é divulgada e a rapidez com que chega às pessoas tornou a ciência bastante acessível. Assuntos científicos passam a ser comentados por qualquer cidadão e a necessidade de uma cultura científica passou a ser uma realidade. É importante que na escola sejam promovidas metodologias que levem os indivíduos a compreender um conjunto de situações do seu quotidiano.

Neste sentido, Krasilchik (2000) refere que numa sociedade cada vez mais dominada pela Ciência e Tecnologia, a escola deveria preparar os alunos para pensar de forma crítica e criativa e capacitá-los a tomar decisões mais informadas. Esta preocupação está implícita nos princípios orientadores do programa do Ensino Básico para a área de Estudo do Meio, onde é defendido que:

“todas as crianças possuem um conjunto de experiências e saberes que foram acumulando ao longo da vida, no contacto com o meio que as rodeia. Cabe à escola valorizar, reforçar, ampliar e iniciar a sistematização dessas experiências e saberes, de modo a permitir aos alunos a realização de aprendizagens posteriores mais complexas” (ME, 2004: 101).

Martins et al. (2006) reforça também que *cada indivíduo deve possuir um conjunto de saberes científico-tecnológicos que lhe permita compreender alguns fenómenos importantes do mundo em que vive e tomar decisões democráticas de modo informado, numa perspetiva de responsabilidade social partilhada* (p.16). Desta forma, devemos dar

grande importância aos conhecimentos que a criança apresenta, retirados da aprendizagem não formal e informal e moldados pelas informações que vai retirando do seio social e familiar em que está inserida e, a partir daí, trabalhar os temas de modo a atingir os objetivos planeados.

De acordo com Harlen (2007), a familiaridade com as ideias científicas é, na sociedade dos nossos dias, tão importante como a familiaridade com os números, as percentagens e as diversas formas de linguagem. No entanto, a investigadora enfatiza a importância que as ciências assumem na educação infantil, referindo as seguintes razões (2007:22):

- a) contribuir para que as crianças compreendam o mundo que as rodeia;*
- b) desenvolver formas de descobrir coisas, comprovar ideias e utilizar as evidências;*
- c) desenvolver ideias que, em vez de obstaculizarem, ajudem a aprendizagem posterior das ciências;*
- d) gerar atitudes mais positivas e conscientes sobre as ciências enquanto atividade humana.*

A abordagem às ciências fomenta um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência e pela atividade dos cientistas (Cachapuz et al., 2002; Martins, 2002 e Pereira, 2002). Além disso, segundo Martins (2002), esta pode ser uma via para a construção de uma imagem positiva e refletida acerca da Ciência.

Outros aspetos importantes referidos por outros autores (Sá, 1998; Sá, 2002; Tenreiro-Vieira, 2002; Lakin, 2006; Sá e Varela, 2007) são o facto da abordagem à ciência nos primeiros anos de escolaridade promover capacidades de pensamento criativo, crítico e metacognitivo, úteis noutras áreas do currículo e em diferentes contextos e situações como, por exemplo, a tomada de decisão e de resolução de problemas (pessoais, profissionais e sociais) e, de acordo com Santos (2001), a promoção da construção de conhecimento científico útil e com significado social, que permita às crianças e aos jovens melhorar a qualidade da interação com a realidade natural.

Afonso (2008) acrescenta que a abordagem à Ciência nos primeiros anos de escolaridade fornece uma base para o desenvolvimento da curiosidade natural (inata) das crianças, permitindo, ao mesmo tempo, ir ao encontro dessa curiosidade. O contacto com a Ciência pode contribuir para o desenvolvimento e maturação das capacidades intelectuais da criança. As ciências são também essenciais para construir conhecimentos, capacidades e atitudes básicos, hábitos de pensamento e algumas rotinas de pesquisa, essenciais a compreensões mais profundas e abrangentes no futuro. Outro aspeto importante é o facto de os conceitos, as atitudes e as ideias adquiridas pelas crianças nos primeiros anos de escolaridade terem uma influência decisiva sobre a forma como a Ciência e a Tecnologia serão vistas mais tarde quando adolescentes e adultos.

Martins, (2006), resume em 5 pontos principais as finalidades da educação em ciências para todas as crianças (p.19):

- Promover a construção de conhecimentos científicos e tecnológicos que resultem úteis e funcionais em diferentes contextos do quotidiano;
- Fomentar a compreensão de maneiras de pensar científicas e quadros explicativos da Ciência que tiveram (e têm) um grande impacto no ambiente material e na cultura em geral;
- Contribuir para a formação democrática de todos, que lhes permita a compreensão da Ciência, da Tecnologia e da sua natureza, bem como das suas inter-relações com a Sociedade, e que responsabilize cada indivíduo pela sua própria construção pessoal ao longo da vida;
- Desenvolver capacidades de pensamento ligadas à resolução de problemas, aos processos científicos, à tomada de decisão e de posições baseadas em argumentos racionais sobre questões sócio-científicas;
- Promover a reflexão sobre os valores que impregnam o conhecimento científico e sobre atitudes, normas, valores culturais e sociais que, por um lado, condicionam, por exemplo, a tomada de decisão grupal sobre questões tecnocientíficas e, por outro, são importantes para compreender e interpretar resultados de investigação e saber trabalhar em colaboração.

A abordagem das ciências na escola pode seguir vários modelos de ensino, cada um dos quais com características específicas. De acordo com Cachapuz, Praia e Jorge (2000) e Pires (2010), encontramos cinco perspetivas, apoiadas em quadros teóricos diferentes: Ensino por Transmissão – Receção (EPT), Ensino por Descoberta (EPD), Ensino por Mudança conceptual (EMC), Ensino Colaborativo/Cooperativo (EC) e Ensino por Pesquisa (EPP).

Pires (2010) resume nos seus aspetos principais os modelos anunciados:

- O modelo de *Ensino por Transmissão – Receção* (EPT), de visão cognitivista, baseia-se na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1981). Defende que a aprendizagem ocorre quando uma nova informação se *ancora* em conceitos/ideias relevantes e com significado para os alunos e já existentes na sua estrutura cognitiva. O que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já conhece, sendo este um interveniente, essencialmente passivo no processo de ensino/aprendizagem. A metodologia utilizada neste modelo de ensino consiste na exposição do professor, seguindo as propostas do manual escolar onde o questionamento, geralmente, se baseia em perguntas factuais do professor ou do manual. O papel do professor é, principalmente, o de transmitir os conteúdos e demonstrar conceitos, fornecendo o conhecimento na forma em que deve ser interiorizado pelo aluno, apresentando-o de forma organizada, do geral para o específico. A ênfase da aprendizagem é colocada no professor e nos conteúdos da aprendizagem. Na transmissão do conhecimento, o professor deve explicitar tanto as semelhanças como as diferenças, deve estabelecer ligações entre o novo conhecimento e

aquilo que o aluno já conhece, deve dissuadir os alunos da aprendizagem memorista e deve, também, proporcionar a transferência de conhecimentos, apresentando situações novas para serem resolvidas com as aprendizagens adquiridas.

- O modelo de *Ensino por Descoberta*⁶⁹ (EPD), de visão construtivista, baseia-se no facto da educação estar centrada na compreensão dos processos científicos. O professor desempenha um papel de organizador das situações de aprendizagem, devendo orientar as tarefas dos alunos recorrendo a reforços positivos, proporcionando material adequado para que eles possam fazer as suas descobertas, apresentando-lhes problemas/questões para serem investigados e, ao mesmo tempo, estimulando-os a fazerem previsões. Deve, também, proporcionar aos alunos a transferência de conhecimentos para situações novas de modo a serem resolvidas com as aprendizagens adquiridas. O aluno é interveniente ativo no processo de ensino/aprendizagem e é visto como *aluno-cientista* ou *aluno-investigador* que constrói o seu próprio conhecimento. O conhecimento do mundo baseia-se em modelos da realidade construídos pelo próprio (teoria de estádios Socio-Cognitivos) e o desenvolvimento psicológico faz-se passando por diferentes representações (ativa, icónica e simbólica). A ênfase da aprendizagem é colocada no aluno e nos processos de aprendizagem.

- O modelo de *Ensino por Mudança conceptual* (EMC), de visão cognitivista/construtivista, baseia-se na mudança dos pré-conceitos científicos que todos os alunos possuem, adquiridos no seu meio social, muitas vezes incorretos, para os conteúdos verdadeiramente científicos. Os alunos são construtores da sua aprendizagem, apresentada como uma reconstrução das suas conceções alternativas que vão sendo transformadas em conhecimento científico. O ponto de partida do processo ensino-aprendizagem é a determinação das conceções alternativas dos alunos relativas a conceitos científicos e, partindo destas, o professor organiza estratégias de *conflito cognitivo* para promover aprendizagens adequadas. Depois de determinar as conceções alternativas dos alunos, o professor promove o confronto de ideias dos alunos de forma a gerar insatisfação face às conceções determinadas, permitindo, assim, a mudança conceptual através da superação dos conflitos cognitivos gerados. Os alunos constroem novas conceções e aplicam-nas em situações novas.

- O modelo de *Ensino Colaborativo/Cooperativo* (EC), de visão sócio-construtivista, baseia-se nas principais ideias da teoria de Vygotsky (1985), em que o aluno aprende em cooperação com os outros, quando inserido em contextos sociais diversificados que promovem a interação social, sendo um interveniente ativo no processo de

⁶⁹ Modelo desenvolvido por Bruner (1966).

aprendizagem⁷⁰. É a instrução que cria a *Zona de Desenvolvimento Proximal*⁷¹ (ZDP) e a predisposição das crianças para aprender depende mais dos seus conhecimentos anteriores sobre o tema do que da maturação das estruturas cognitivas. A ênfase da aprendizagem é colocada no aluno e nos contextos de aprendizagem. O professor deve estabelecer um clima de aprendizagem favorável, baseado na confiança, segurança e aceitação social; fomentar a participação de todos os alunos nas diversas atividades; promover tarefas de ensino/aprendizagem que vão além do desenvolvimento real do aluno, explorando a ZDP e promovendo o desenvolvimento potencial; ajudar os alunos a expor ideias e confrontar diferentes pontos de vista; estabelecer relações explícitas entre os novos conteúdos e os conhecimentos anteriores dos alunos e proporcionar transferência de conhecimentos para situações novas.

- O modelo de *Ensino por Pesquisa* (EPP), de visão cognitivista/construtivista, valoriza a aprendizagem baseada na resolução de problemas. Trata-se de um modelo de ensino que pretende desenvolver nos alunos capacidades de pesquisa individual e de trabalho de grupo, proporcionando aprendizagens aplicáveis ao quotidiano e desenvolvendo competências úteis para a vida futura. Pretende, ainda, tornar os alunos autónomos e contribuir para o seu desenvolvimento pessoal e social. Partindo de problemas relevantes para os alunos, num ensino contextualizado, desenvolvem-se competências de pesquisa individual e de trabalho de grupo, tornando os alunos autónomos e capazes de enfrentar o mundo que os rodeia. O aluno desempenha um papel ativo na construção do conhecimento, tomando uma atitude responsável e cooperativa com os colegas. O EPP propõe uma abordagem não só a partir de questões científicas e técnicas, mas também a partir de problemáticas abertas, com raízes em questões sociais, culturais, ambientais e éticas. Tal como o modelo de ensino por descoberta, este tipo de ensino também recorre a várias estratégias e atividades de ensino, entre as quais, o trabalho experimental e o trabalho de campo, a pesquisa, a seleção e organização de informação, o debate de situações problemáticas e a discussão de temas controversos com base em aspetos sociais, económicos e éticos da ciência. Este modelo pressupõe a abordagem de situações-problema ligadas ao quotidiano dos alunos, que irão permitir

⁷⁰ Para Vygotsky (1985), o desenvolvimento dos conceitos quotidianos e científicos são processos interligados que exercem influência sobre outros, possibilitando que atinjam novos níveis de desenvolvimento.

⁷¹ A zona de desenvolvimento próxima (ZDP) é definida por Vygotsky (1978) como a *distância entre o nível de desenvolvimento mental atual, determinado pela capacidade de a criança resolver problemas de forma autónoma e independente e o nível de desenvolvimento potencial, determinado pela sua capacidade de resolver problemas com a orientação do adulto ou em colaboração com pares mais capazes (p.86).*

refletir sobre os processos da Ciência e da Tecnologia, bem como as suas inter-relações no âmbito Ciência – Tecnologia – Sociedade – Ambiente (CTSA).

De acordo com Mafra (2001), a educação científica é, nos dias de hoje, e mais do que nunca, um passaporte para uma correta compreensão do mundo em constante mudança, em que as descobertas científicas vão acontecendo à escala diária. Quanto mais cedo as crianças forem despertadas para essa realidade mais cedo se sentirão enquadradas na sociedade atual. Tanto através de uma maior perceção do meio físico-natural envolvente como através do desenvolvimento de capacidades científicas básicas e complexas que se deseja cada vez mais precoce e efetivo. Assim, o mesmo autor realça que um outro aspeto importante que deve estar ligado ao ensino das ciências é, de facto, a sua relação com a tecnologia, sociedade e o ambiente (CTSA).

O ensino das ciências sob a perspetiva CTSA surge aqui como uma outra abordagem ao ensino das ciências, para além dos modelos referidos anteriormente. Para Tenreiro-Vieira (2000), o ensino das ciências sob esta perspetiva desenvolve capacidades de pensamento crítico necessárias para a tomada de decisão e de resolução de problemas pessoais, profissionais e sociais.

De acordo com Pires (2002), o ensino das ciências sob a perspetiva CTSA promove a construção de conhecimento científico e tecnológico úteis e com significado social, que permite às crianças e aos jovens melhorar a qualidade da interação com a realidade natural. Segundo esta autora, este tipo de ensino possibilita:

- a) preparar os alunos para enfrentar o mundo sócio–tecnológico em mudança, tornando-os capazes de tomar decisões individuais e sociais com base em conhecimentos científicos e de utilizar capacidades, atitudes e valores para se adaptarem às mudanças;
- b) desenvolver competências cognitivas e sócio-afetivas de elevado nível de abstração, bem como processos científicos transferíveis para outras áreas do saber;
- c) promover a literacia científica, nomeadamente, quando são utilizadas metodologias de ensino baseadas na experimentação e na investigação.

Para que esta perspetiva de ensino das ciências se concretize de forma eficaz em ambiente de sala de aula, Membiela (2001) aponta para um conjunto de estratégias variado, de onde destaca: a) trabalho em pequenos grupos; b) aprendizagem cooperativa; c) discussões em grupo, centradas nas ideias dos alunos; d) resolução de problemas; e) tomada de decisões e debates.

Na opinião do autor, este conjunto de estratégias permite desenvolver nos alunos imagens mais reais e contextualizadas da Ciência. Desta forma, os professores devem utilizar estratégias que sejam capazes de contextualizar as aprendizagens dos alunos, aproximando-as o mais possível da realidade, refletindo sobre problemas sociais e atuais,

possibilitando o envolvimento do aluno como interveniente ativo na construção do seu próprio conhecimento.

Todos os aspetos referidos vão ao encontro da necessidade que as crianças hoje têm de formular opiniões e darem resposta à grande quantidade e variedade de conhecimento que lhes chega constantemente, quer estas venham, ou não, mais tarde a ser cientistas. Acontece que essa curiosidade espontânea manifestada pelas crianças nestas idades vai-se esbatendo à medida que estas vão realizando o seu percurso escolar. Assim, o ensino das ciências no 1.º CEB é, com certeza, uma oportunidade para desenvolver, efetivamente, competências nas crianças. Sem um currículo adequado em ciências e ensino experimental em ciências, pode estar a ser vedado às crianças um desenvolvimento dessas competências, conducentes a uma maior autonomia e capacidade reflexiva. É também por isso que a abordagem à Ciência deve começar logo muito cedo no ensino básico (Mafra, 2001; Sá e Varela, 2007).

Segundo Sá (2002), na faixa etária correspondente aos alunos do 1.º CEB, *o pensamento da criança está fortemente ligado à ação sobre os objetos concretos: as crianças aprendem fazendo e aprendem pensando sobre o que fazem. As Ciências da Natureza, enquanto processo, enquanto método de descoberta, promovem oportunidades excelentes para uma aprendizagem centrada na ação e na reflexão sobre a própria ação* (p. 26). Desta forma, é importante o investimento na investigação sobre metodologias de abordagem da Ciência na sala de aula logo a partir destas idades ou, até mesmo, como defende Afonso (2008) e Rodrigues (2011), a partir do Jardim de Infância.

2.2.4 Obstáculos ao processo ensino-aprendizagem

Segundo Lopes (2000), são muitos os fatores que influenciam a aprendizagem. Estes podem ser internos ou externos ao aluno e podem interagir de um modo muito complexo, tornando-se praticamente impossível identificá-los a todos. Considerando que tudo o que se opõe a uma aprendizagem constitui um obstáculo de aprendizagem (Clément, 2002), torna-se importante olhar para estes fatores como aspetos a ter em conta na promoção de aprendizagens dos alunos. No Quadro 7 encontram-se alguns desses fatores de acordo com a sua respetiva categoria.

Quadro 7 - Fatores que influenciam a aprendizagem (adaptado de Lopes, 2000).

Ordem cognitiva	Ordem afetivo-social	Contexto da turma/escola	Características do professor	Contexto familiar
-desenvolvimento cognitivo -representações iniciais -atenção e memória -habilidades metacognitivas	-emoções -valores pessoais e sociais -normas	-relação professor-aluno -dinâmica do grupo-turma -métodos e modelos de ensino -manuais escolares	-conhecimentos e formação -motivação -valores pessoais e sociais -atitudes e expectativas -representações	-aspectos sócio-culturais e afetivos -mediação assegurada pelos pais

Segundo Clément (2002), cada aluno constrói os seus conhecimentos através da confrontação entre as suas concepções prévias e as situações de aprendizagem em que se encontra, sendo que essas concepções podem ser um obstáculo a aprendizagens específicas. Supostamente, tudo o que não permita que a aquisição do conhecimento ou do *saber-fazer* se realize; ou não permita a mobilização de conhecimentos ou do *saber-fazer*, aparentemente adquiridos, em situações de vida quotidiana ou profissional onde eles seriam úteis, constituem obstáculos de aprendizagem. Desta forma, uma situação de aprendizagem será tanto mais eficaz quanto mais importância se der às concepções dos alunos.

Mas, este problema não se coloca só nos alunos. Na sala de aula os obstáculos podem encontrar-se exteriormente ao aluno. Assim, por exemplo, os próprios manuais escolares e os professores (Giordan e De Vecchi, 1987; Duckworth et al., 1990; Clément, 2002) podem ser também um obstáculo de aprendizagem. Segundo estes autores, os professores possuem também uma representação própria do mundo. É por isso importante que reflitam sobre as suas próprias concepções, não somente as que são relativas aos conteúdos, mas também as que dizem respeito aos valores que podem ser transmitidos direta ou indiretamente.

Clément (2002, 2003) tem vindo a desenvolver vários estudos que se baseiam fundamentalmente no conhecimento aprofundado das concepções prévias dos alunos, mas também na identificação de tudo aquilo que possa constituir obstáculo às aprendizagens pretendidas, classificando-os em três categorias principais:

A- obstáculos epistemológicos – são muito estudados em Didática da Biologia, provenientes do conhecimento construído das interações com o meio envolvente, ao longo da vida quotidiana; são resultantes das características individuais e únicas de cada um⁷² e das características sociais⁷³, e opõem-se à interpretação científica,

⁷² Personalidade do indivíduo, fatores hereditários, etc.

isto é, derivam da dificuldade de rutura entre as perceções da vida quotidiana e os conhecimentos científicos.

B- obstáculos didáticos - provêm da forma como os saberes científicos são expostos aos alunos, quer por ação direta do professor, quer pela documentação que lhes é fornecida, instrumentos e recursos de suporte pedagógico utilizados (Giordan e De Vecchi, 1999; Astolfi et al., 2000; Clément, 2003). Um exemplo pode ser a simplificação das mensagens transmitidas pelo professor e mesmo pelos manuais escolares, tornando-se, em si mesmas, veículo de noções erradas e/ou não científicas, onde o significado essencial se perde e se reforça a conceção que o aluno traz do ensino informal⁷⁴ (daí a prevalência destas mesmo após o ensino formal).

C- obstáculos psicológicos – são mais difíceis de identificar devido à sua complexidade e, por conseguinte, mais difíceis de solucionar. Este tipo de obstáculos está diretamente ligado ao desenvolvimento psicoafetivo do aluno, que não consegue apropriar-se das novas conceções científicas, rejeita aceitá-las (Cachapuz, 1992; Clément, 2002). Estes obstáculos são subtis, difíceis de identificar, bem como a forma de remediação, e estão ligados à relação com a Escola e com os Saberes.

O conhecimento prévio da origem e da tipologia destes obstáculos é, desta forma, muito importante em situações em que se pretende promover aprendizagens. Este deve ser considerado pelo professor durante todo o processo de ensino.

⁷³ A história, os valores interpretativos, a cultura, os estilos de vida, as experiências do quotidiano vivenciadas através das relações que o indivíduo estabelece.

⁷⁴ Na perspetiva de Cachapuz (1992) é frequentemente a Escola, os currículos, os manuais e os professores deformarem, veicularem e reforçarem as conceções preexistentes dos alunos, convictos de julgar combatê-las ou substituí-las.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

Este trabalho enquadra-se numa metodologia maioritariamente quantitativa uma vez que, de acordo com Carmo e Ferreira (1998), neste tipo de estudos, pretende-se encontrar relações entre variáveis, fazer descrições, recorrendo ao tratamento estatístico de dados recolhidos, testar teorias e, como refere Cea (2001), explorar os fenómenos estudados.

A metodologia quantitativa deriva das abordagens utilizadas nas ciências físico-naturais e tende a centrar-se mais nos aspetos quantificáveis dos fenómenos educativos, com o fim de constatar relações e explicações causais generalizáveis. Podemos dizer que enfatiza mais o contexto de justificação ou a contrastação de hipóteses. Os problemas tratados na metodologia quantitativa requerem dados quantitativos, obtidos com instrumentos estruturados, válidos e fiáveis, e uma análise de dados com o domínio de procedimentos matemáticos ou estatísticos (Latorre et al., 2003).

Este tipo de investigação implica que o investigador antes de iniciar o trabalho elabore um plano estruturado, no qual os objetivos e os procedimentos da investigação estejam indicados pormenorizadamente. A elaboração do plano deverá ser precedida de uma revisão da literatura pertinente, a qual será essencial não só para a definição dos objetivos do trabalho, como também para a formulação de hipóteses e para a definição das variáveis (Carmo e Ferreira, 1998).

Apesar do estudo ser quantitativo, o investigador utilizou algumas técnicas ou instrumentos para a recolha de dados habitualmente utilizados em estudos de carácter qualitativo, uma vez que, em determinadas situações, foram essas as técnicas que justificaram o tipo de dados que se pretendia recolher (por exemplo, observação não participante, diários).

É vantajoso combinar métodos qualitativos e quantitativos no mesmo estudo. A sua força é complementar e, assim, o seu uso alternado gerará resultados e reflexões equilibradas e mais profundas (Goodwin e Goodwin, 1996; Cook e Reichardt, 1997).

De facto, a eleição do método de investigação deve depender também, pelo menos em parte, das exigências da situação de investigação não existindo, assim, razão para eleger exclusivamente métodos qualitativos ou quantitativos. O investigador deverá decidir se implementa qualquer dos métodos que resultem mais adequados às necessidades da sua investigação. No caso em que a investigação exija uma combinação de métodos qualitativos e quantitativos o uso de ambos deverá ser considerado (Cook e Reichardt, 1997).

O trabalho dividiu-se em três grandes fases ou etapas como a seguir se apresentam e desenvolvem.

3.1 Fases do estudo de investigação

Tendo como base o tema *microrganismos* e considerando que se trata de uma temática muito vasta, foram definidos, logo *à priori*, quatro parâmetros de análise que estiveram sempre presentes em todas as etapas de investigação. A definição desses parâmetros teve em conta, simultaneamente, uma breve análise dos programas propostos para o 1.º e 2.º CEB, os manuais escolares associados (Estudo do Meio e Ciências da Natureza, respetivamente) e as características e papéis importantes que alguns microrganismos apresentam no nosso quotidiano e que se pretendem realçar com este trabalho.

No Quadro 8 apresentam-se os quatro parâmetros analisados assim como a sua descrição.

Quadro 8 – Parâmetros de análise presentes ao longo das três fases do estudo.

Parâmetro de análise	Descrição
1-Microrganismos e o mundo vivo (ex.: diversidade biológica, os reinos, classificação dos seres vivos)	Reconhecimento dos microrganismos como seres que fazem parte do mundo vivo. Abordagem a estes seres e classificação dos mesmos.
2-Microrganismos e saúde (ex.: vacinas, doenças, higiene do corpo, dos alimentos e dos espaços)	Relação entre os microrganismos e as questões da higiene do corpo, dos alimentos e dos espaços; a sua importância nas vacinas e a responsabilidade na causa de algumas doenças.
3-Microrganismos e alimentos (ex.: produção, prazo de validade, transformação e conservação dos alimentos)	Relação entre microrganismos e a produção de alguns alimentos; a importância das técnicas de conservação dos alimentos e o prazo de validade dos mesmos.
4-Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente (ex.: tratamento da poluição)	Relação entre os microrganismos e a poluição do solo e da água e a sua importância no tratamento da poluição (ETAR), assim como o contributo para o funcionamento do mundo vivo através das suas relações com outros seres vivos e o seu contributo no ciclo da matéria na natureza.

Após a definição destes parâmetros de análise, o estudo foi dividido em três fases ou etapas de investigação, que se interligaram e cujos resultados permitiram ao investigador preparar a etapa seguinte, usando técnicas ou instrumentos de recolha de dados específicas para cada fase.

Numa primeira fase, fez-se um *estudo exploratório* acerca dos programas e manuais escolares do 1.º e 2.º CEB. De acordo com Sampieri et al. (2006), pretendia-se examinar um tema ou problema de investigação pouco estudado, do qual se tinha muitas dúvidas ou não tinha sido abordado antes. Segundo os mesmos autores, este tipo de estudos servem para nos familiarizarmos com fenómenos relativamente desconhecidos e obter informação sobre a possibilidade de levar a cabo uma investigação mais completa relativamente a um contexto particular. Cea (2001) defende ainda que este tipo de desenho de investigação serve também para verificar os factos na investigação e documentar os meios necessários para torná-la visível.

Numa segunda fase, realizou-se, igualmente, um estudo exploratório, neste caso para o levantamento de conceções alternativas acerca dos microrganismos, a alunos após concluírem o 1.º e o 2.º CEB.

Por sua vez, na terceira fase foi feito um estudo do tipo *descritivo*. O objetivo destes estudos é gerar conhecimento que descreve algo (Cohen e Manion, 1990; Goodwin e Goodwin, 1996). Podem ser usados na compreensão inicial de um fenómeno ou característica e implicam, de acordo com Carmo e Ferreira (1998), estudar, compreender e explicar uma situação atual do objeto de investigação.

Os estudos descritivos buscam especificar as propriedades, características e os perfis das pessoas, grupos ou processos, ou outro fenómeno que se submeta a análise. Ou seja, medem, avaliam e recolhem dados sobre diversos conceitos, aspetos e dimensões. Neste tipo de investigação seleciona-se uma série de questões, mede-se e recolhe-se informação sobre cada uma delas para, assim, descrever o que se investiga. Estes estudos são, portanto, úteis para mostrar com precisão as dimensões de um fenómeno, contexto ou situação (Sampieri et al., 2006).

Os dados neste tipo de investigação são, normalmente, recolhidos mediante a administração de um questionário, ou recorrendo à observação da situação real, e a informação recolhida pode dizer respeito a atitudes, opiniões, condições e procedimentos (Carmo e Ferreira, 1998).

Esta fase foi, assim, desenvolvida através da implementação de uma intervenção educativa baseada em atividades experimentais acerca dos microrganismos e obedecendo a um tipo de desenho de investigação *pré experimental*, tendo sido aplicado um questionário pré teste e pós teste a um grupo com uma intervenção experimental a meio.

O desenho pré-experimental é caracterizado por se realizar com apenas um grupo de sujeitos cujo controlo é mínimo e existe uma ausência da manipulação de variáveis intervenientes na investigação (Cea, 2001). Segundo Cohen e Manion (1980), geralmente, é útil como primeira abordagem ao problema de investigação. O desenho pré-experimental

com pré-teste e pós-teste caracteriza-se por: a) aplicação de um pré-teste ao grupo antes do tratamento experimental; b) aplicação do tratamento experimental; c) aplicação de um pós-teste posteriormente ao estímulo, neste caso representado pelo tratamento experimental.

Existe, assim, um ponto de referência inicial para ver qual o nível ou ponto de partida do grupo relativamente às variáveis dependentes antes do estímulo. Não há, porém, manipulação nem grau de comparação. Em certas situações, os desenhos pré-experimentais podem aproximar-se dos estudos exploratórios mas, os seus resultados devem observa-se com atenção. Por serem úteis como primeira aproximação ao problema de investigação, abrem o caminho para a realização de estudos mais aprofundados (Sampieri et al., 2006).

De um modo resumido, apresentam-se de seguida o esquema dos procedimentos realizados em cada fase do estudo:

Fase 1: Análise de Manuais Escolares e Programas Curriculares do 1.º CEB (Estudo do Meio) e 2.º CEB (Ciências da Natureza)

- 1 - Seleção dos anos de estudo a analisar.
- 2 - Pesquisa das editoras dos manuais mais utilizadas, nos anos em estudo, no distrito de Bragança.
- 3 - Recolha dos programas do 1.º e 2.º CEB e manuais de Estudo do Meio e Ciências da Natureza das editoras escolhidas e dos anos em estudo.
- 4 - Definição das categorias de análise e construção das grelhas para analisar o texto e a imagem dos manuais em estudo.
- 5 - Aplicação das grelhas aos manuais e obtenção de resultados.

Fase 2 – Levantamento de Concepções Alternativas acerca dos Microrganismos em alunos do 1.º e do 2.º CEB

- 1 - Análise dos resultados da fase anterior e de outros estudos semelhantes.
- 2 – Construção do questionário.
- 3 - Submissão do questionário para apreciação a duas professoras do 1.º CEB e a duas professoras do 2.º CEB.
- 4 - Testagem do questionário, aplicando-o a 4 alunos do 1.º CEB e a 4 alunos do 2.º CEB.
- 5 - Reformulação do questionário, integrando as notas registadas pelo investigador durante a sua aplicação aos alunos e as alterações propostas pelas professoras.

6 - Solicitação da autorização aos agrupamentos de escolas para a aplicação do questionário em instituições do ensino básico do concelho de Bragança.

7 - Aplicação do questionário nas escolas selecionadas.

Fase 3 – Intervenção Educativa com Atividades Experimentais acerca dos Microrganismos no 1.º CEB

1 - Planificação das atividades experimentais de acordo com os parâmetros definidos inicialmente e tendo em conta os resultados obtidos nas duas fases anteriores.

2 - Contacto com a professora do 1.º CEB, responsável pela turma com que se pretendia trabalhar, apresentando o conteúdo da intervenção educativa. Elaboração da calendarização para a aplicação da respetiva intervenção.

3- Construção dos protocolos experimentais.

4- Realização de reuniões com a professora do 1.º CEB para definir alguns aspetos relativos aos protocolos experimentais e o tipo de abordagem a adotar durante as atividades.

5 - Pedido de autorização ao agrupamento de escolas.

6 – Realização da observação não participante.

7 - Aplicação do questionário pré-teste.

8 - Realização das atividades experimentais, de acordo com a calendarização definida.

9 - Aplicação do questionário pós-teste.

CAPÍTULO 4 - FASE 1: ESTUDO EXPLORATÓRIO DE PROGRAMAS E MANUAIS ESCOLARES DO 1º E 2º CEB

4.1 Enquadramento teórico

4.1.1 Programas e manuais escolares

4.1.1.1 O currículo e os programas escolares

No documento do Ministério da Educação *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências essenciais*, (ME, 2001), é apresentado um conjunto de competências consideradas essenciais a desenvolver ao longo de todo o ensino básico. Segundo Afonso (2008), estas competências referem-se aos processos de ativar *recursos* (conhecimentos, capacidades e estratégias), em diversas situações, e consideram-se essenciais pois relacionam-se com os saberes fundamentais para todos os cidadãos na sociedade.

O documento inclui também um conjunto de competências específicas para a literacia científica dos alunos no final do Ensino Básico, nomeadamente, o *conhecimento*⁷⁵, o *raciocínio*, a *comunicação* e as *atitudes*, com graus diferentes de profundidade no três ciclos de escolaridade, considerando o nível etário dos alunos. No entanto, estas competências não devem ser entendidas como isoladas ou compartimentadas, mas sim no seu conjunto, desenvolvendo-se em simultâneo, e de forma transversal, durante as experiências educativas (Afonso, 2008). Apresentam-se de seguida as competências referidas, de acordo com uma síntese da mesma autora (p.117-118):

CONHECIMENTO

Conhecimento substantivo – conhecimento e compreensão de leis e modelos científicos que permitam ao aluno refletir e resolver problemas pessoais, sociais e ambientais.

Conhecimento processual – conhecimento relacionado com os modos de trabalhar em ciência. O aluno deve vivenciar esse trabalho através do planeamento e realização de investigações de diversos tipos, da realização de pesquisa bibliográfica, da observação, interpretação e avaliação dos resultados obtidos, e através de representações gráficas onde podem utilizar processos matemáticos.

⁷⁵ Substantivo, processual ou metodológico, epistemológico.

Conhecimento epistemológico – conhecimento acerca da ciência, como funciona, trabalha e evolui, acerca das relações entre os conhecimentos, os cientistas e a sociedade. Pode ser adquirido através da análise e debate de relatos de descobertas científicas, nos quais se evidenciam êxitos e fracassos, persistência e formas de trabalho de diferentes cientistas.

RACIOCÍNIO

Desenvolve-se através da exploração de situações de aprendizagem centradas na formulação e resolução de problemas, formulação de hipóteses, planeamento de investigações, previsão e avaliação de resultados, estabelecimento de comparações, realização de inferências, generalização e dedução, relação entre evidências e explicações, confronto de perspectivas e interpretações científicas diferentes.

COMUNICAÇÃO

As experiências educativas devem incluir o uso da linguagem científica, a utilização de modos diferentes de representar a informação, a vivência de situações de debate que permitam a exposição de ideias, defesa e argumentação, o poder de análise e de síntese e a produção e partilha de textos escritos e/ou orais, incluindo as novas tecnologias de informação e comunicação.

ATITUDES

O aluno deve desenvolver atitudes inerentes ao trabalho em ciência, como sejam a curiosidade, a perseverança e a seriedade no trabalho, respeitando e questionando os resultados obtidos, a reflexão crítica sobre o trabalho efetuado, a reformulação do seu trabalho, respeitando a ética e a sensibilidade para trabalhar em ciência, avaliando o seu impacto na sociedade e no ambiente.

Afonso (2008) refere ainda que faz também parte do currículo a abordagem a temas transversais às diferentes áreas curriculares, nomeadamente no âmbito da *educação para os direitos humanos*, da *educação ambiental*, da *educação para a saúde e o bem estar* e da *educação para a preservação de situações de risco pessoal e social* (p.118).

Os temas transversais devem ser explorados em duas perspetivas articuladas entre si: por um lado, numa abordagem de problemas e no desenvolvimento de projetos de natureza interdisciplinar; por outro, através de aprendizagens específicas no âmbito de cada uma das várias disciplinas. Os temas devem ser explorados sob uma perspetiva interdisciplinar em que a relação CTSA desenvolva uma vertente integradora e globalizante da organização e da aquisição de saberes científicos. Por um lado, isto vai permitir, no

contexto da aprendizagem científica ao nível da escolaridade básica obrigatória, proporcionar aos alunos não só o acesso aos produtos da ciência mas também aos seus processos, através da compreensão das potencialidades e limites da ciência e das suas implicações tecnológicas na sociedade⁷⁶.

Afonso (2008) comenta relativamente à perspetiva CTSA defendida pelo Ministério da Educação:

(...) a reflexão que tem sido feita sobre as finalidades da educação científica dos jovens, particularmente daqueles que não prosseguem os estudos no domínio das Ciências, conduziu a que se reorientassem os objetivos para a compreensão da ciência, da tecnologia e do ambiente, das inter-relações que entre si estabelecem e das suas implicações na sociedade. As inter-relações entre a ciência, tecnologia, a sociedade e o ambiente são exploradas de forma integrada e coerente durante o processo de aprendizagem (p.119).

A reorientação das prioridades da educação científica passa por uma abordagem de situações-problema do quotidiano, pertinentes e significativas para os alunos, mobilizando saberes de diferentes áreas do conhecimento, diferentes metodologias e estratégias de trabalho que impliquem uma reflexão e uma avaliação contínuas do processo de aprendizagem (Afonso, 2008).

Segundo o Artigo 3.º do Decreto-Lei n.º6/2001, de 18 de janeiro (ME, 2001), a organização e a gestão do currículo subordina-se a vários princípios orientadores, dos quais se destaca *a valorização das aprendizagens experimentais nas diferentes áreas e disciplinas, em particular, e com carácter obrigatório, no ensino das ciências, promovendo a integração das dimensões teórica e prática (p.17).*

A execução desses objetivos deve considerar o desenvolvimento das competências essenciais, gerais e específicas definidas no Currículo Nacional do Ensino Básico (ME, 2001). Este documento refere a necessidade de desenvolver no aluno uma atitude científica e apresenta as orientações dos processos de ensino-aprendizagem para que este desenvolva tais competências, entenda o mundo e intervenha nele. Salienta-se, de entre as competências gerais, que o aluno deverá ser capaz de *mobilizar saberes culturais, científicos e tecnológicos para compreender a realidade e para abordar situações e problemas do quotidiano (p.15)*. O documento salienta também o carácter interdisciplinar e simultaneamente integrador do Estudo do Meio e refere que os alunos devem identificar alguns objetos e recursos tecnológicos, reconhecendo a sua importância na satisfação de

⁷⁶ A maior preocupação passa agora a centrar-se na utilização das aprendizagens no dia a dia, de forma a contribuírem para o desenvolvimento pessoal e social dos jovens, num contexto de uma sociedade tecnologicamente evoluída, aberta e democrática e não apenas nos conhecimentos e processos (Cachapuz, 2001).

determinadas necessidades humanas, adaptando uma postura favorável ao seu desenvolvimento.

É salientada a importância do envolvimento dos alunos na planificação, pesquisas e execução de experiências que lhes permitam problematizar, colocar hipóteses e recolher informação para encontrar soluções evidentes que os levem a uma explicação científica. Devem ser desenvolvidas nas crianças competências relacionadas com a identificação e utilização de evidências na construção de argumentos e na elaboração de conclusões. Desta forma, é possível aos alunos efetuarem uma apropriação dos processos científicos, de forma a compreenderem os fenómenos e os acontecimentos observados, de modo a desenvolverem o pensamento de forma crítica e criativa podendo, assim, confrontar as explicações científicas com as do senso comum. Se os alunos desenvolverem estas competências, conseguirão também reconhecer *o significado científico, tecnológico e social da intervenção humana na Terra, o que poderá constituir uma dimensão importante em termos de uma desejável educação para a cidadania* (ME, 2001:134).

A importância do ensino das ciências no ensino básico está patente nos seguintes pontos gerais definidos em ME (2001). Segundo este documento, o ensino das Ciências proporciona aos alunos:

i. Despertar a curiosidade acerca do mundo natural à sua volta e criar um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência; ii. Adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos da investigação científica, de modo a sentir confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas; iii. Questionar o comportamento humano perante o mundo, bem como o impacto da Ciência e da tecnologia no nosso ambiente e na nossa cultura em geral (p.129)

4.1.1.1.1 O Programa do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB)

O programa do 1.º CEB encontra-se organizado em domínios disciplinares. Cada domínio integra as seguintes componentes (ME, 2004):

- 1- **Princípios Orientadores** que propõem fundamentos e apontam para perspetivas estratégicas de desenvolvimento das práticas educativas nos diversos domínios disciplinares que integram o currículo.
- 2- **Objetivos Gerais** do domínio disciplinar ou interdisciplinar que enunciam as competências globais que cada aluno terá de atingir até ao fim do 1.º Ciclo no respetivo domínio do currículo.
- 3- **Blocos de aprendizagem** que correspondem a conjuntos de atividades de aprendizagem designados por um conceito, por um tema articulador ou pela designação de uma etapa de desenvolvimento da atividade curricular. Cada Bloco,

enquanto capítulo ou segmento de um domínio disciplinar, é composto por quatro etapas de atividades que correspondem a cada um dos quatro anos do 1.º Ciclo. Os Blocos são introduzidos por um pequeno texto de orientação teórica e pedagógica para cada um dos sub-domínios ou segmentos da ação educativa.

O conteúdo de cada Bloco é constituído por conjuntos de listas de atividades de aprendizagem ou experiências enunciadas sob a forma de objetivos de ação. Cada conjunto dessas atividades integra-se num enunciado mais genérico de ação ou num conceito ou tema aglutinador das referidas atividades para cada domínio do saber ou programa (ME, 2004). Assim o programa do 1.º CEB divide-se nas áreas:

- Expressão e Educação (Físico-Motora, Musical, Dramática e Plástica);
- Estudo do Meio;
- Língua Portuguesa;
- Matemática;
- Educação Moral e Religiosa.

O investigador vai, ao longo do estudo, apresentar algumas considerações, particularizando a área Estudo do Meio, por se tratar do objeto de análise, direta e indireta, do presente trabalho de investigação. A seguir listam-se as competências específicas para o final do 1.º CEB na área de Estudo do Meio (ME, 2001, p. 84):

- *Reconhece e valoriza as características do seu grupo de pertença (normas de convivência, relações entre membros, costumes, valores, língua, credo, religião...) e respeita e valoriza outros povos e outras culturas, repudiando qualquer tipo de discriminação.*
- *Participa em atividades de grupo, adotando um comportamento construtivo, responsável e solidário, valoriza os contributos de cada um em função de objetivos comuns e respeita os princípios básicos do funcionamento democrático.*
- *Exprime, fundamenta e discute ideias pessoais sobre fenómenos e problemas do meio físico e social com vista a uma aprendizagem cooperativa e solidária.*
- *Utiliza formas variadas de comunicação escrita, oral e gráfica e aplica técnicas elementares de pesquisa, organização e tratamento dos dados.*
- *Participa em atividades lúdicas de investigação e descoberta e utiliza processos científicos na realização de atividades experimentais.*
- *Identifica os principais elementos do meio físico e natural, analisa e compreende as suas características mais relevantes e o modo como se organizam e interagem, tendo em vista a evolução das ideias pessoais na compreensão do meio envolvente.*
- *Reconhece as mudanças e transformações no Homem e na sociedade e, através desse conhecimento, interpreta e compreende diferentes fenómenos históricos.*
- *Analisa criticamente algumas manifestações de intervenção humana no meio e adota um comportamento de defesa e conservação do património cultural próximo e de recuperação do equilíbrio ecológico.*
- *Preserva a saúde e segurança do seu corpo de acordo com o conhecimento que tem das suas potencialidades e limitações e respeita e aceita as diferenças individuais (idade, sexo, raça, cor, personalidade...).*
- *Concebe e constrói instrumentos simples, utilizando o conhecimento das propriedades elementares de alguns materiais, substâncias e objetos.*

- *Identifica alguns objetos e recursos tecnológicos, reconhece a sua importância na satisfação de determinadas necessidades humanas e adota uma postura favorável ao seu desenvolvimento.*

De acordo com as Orientações Curriculares e Programas do 1.º CEB (ME, 2004), o Estudo do Meio é apresentado como *uma área para a qual concorrem conceitos e métodos das várias disciplinas científicas como a História, a Geografia, as Ciências da Natureza, a Etnografia, entre outras, procurando-se, assim, contribuir para a compreensão progressiva das inter-relações entre a Natureza e a sociedade. Por outro lado, o estudo do Meio está na interseção de todas as outras áreas do programa, podendo ser motivo e motor para a aprendizagem nessas áreas* (p.101). Tendo em conta este aspeto, os professores poderão atender aos diversos pontos de partida, interesses e necessidades dos alunos e às características do meio local onde se inserem. Desta forma, podem alterar a ordem dos conteúdos, associá-los de diferentes formas, variar o seu grau de aprofundamento ou até acrescentar outros.

É aqui salientada a *flexibilidade* do currículo e colocado o aluno no centro do processo de ensino aprendizagem, como ponto de partida para as aprendizagens.

A área de Estudo do Meio⁷⁷ encerra as componentes ligadas ao estudo do Meio Físico (mais relacionado com as ciências físico-químicas e naturais, manipulação de materiais, etc.) e ligadas ao estudo do Meio Social (mais relacionado com as relações sociais entre os indivíduos e a sociedade, a identidade própria, funcionamento da sociedade, etc.) e divide-se em seis Blocos: Bloco 1- *Á descoberta de si mesmo*; Bloco 2- *Á descoberta dos outros e das instituições*; Bloco 3 – *Á descoberta do ambiente natural*; Bloco 4 – *Á descoberta das inter-relações entre espaços*; Bloco 5 – *Á descoberta dos materiais e objetos*; Bloco 6 – *Á descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade*.

Segundo Varela (2009), a componente de ciências experimentais da área de Estudo do Meio nos programas do 1.º CEB, resultantes das sucessivas reformas curriculares realizadas no nosso país, assim como, nas atuais prioridades da política educativa para o 1.ºCEB, vem adquirindo uma maior visibilidade, em sintonia com o crescente reconhecimento⁷⁸ da sua importância educativa nos primeiros anos de escolaridade. Este

⁷⁷ Até à reforma curricular, realizada em 1990, a Área agora designada de “Estudo do Meio”, apresentava o nome de “Estudo do Meio Físico e Social”.

⁷⁸ Ex. Frost, et al. (1995); Harlen (1999); Harlen e Qualter (2009); Charpack (2005); Partridge (2006); Harlen (2007), entre outros.

facto tem vindo a colocar as Ciências como uma área central do currículo em muitos países, garantindo, assim, de acordo com Harlen (2007), que todas as crianças tenham oportunidade para aprender Ciências.

No nosso país, na reforma curricular realizada em 1990, foram introduzidas algumas alterações que ainda hoje se mantêm, nomeadamente: i) na designação da área curricular de Estudo do Meio Físico e Social para Estudo do Meio; ii) e na extensão e reforço da componente de Ciências, com a inclusão das Ciências Físicas num bloco com a designação de *À Descoberta dos Materiais e Objetos*. Neste bloco, continua a existir um elevado interesse em desenvolver nos alunos uma permanente atitude de experimentação na abordagem dos conteúdos que o integram, tais como: *Realizar experiências com alguns materiais e objetos, realizar experiências com a água, som, ar, luz, ímanes, mecânica, etc..* No bloco *À Descoberta dos materiais e objetos*, encontram-se expressões como: *levantar questões, a procura de resposta através de experiências, pesquisas simples, observação direta, recolha de amostras, a utilização de instrumentos de observação e medida, como o termómetro, a bússola, a lupa, os binóculos...* (ME, 2004:123).

Figueiroa (2007) refere que os responsáveis pela elaboração dos currículos reconhecem que, para a concretização das orientações quer quanto à explicação e previsão de fenómenos naturais, quer quanto ao desenvolvimento de competências relacionadas com a recolha de dados e a utilização de evidências, as atividades experimentais desempenham um papel relevante no ensino das Ciências, em todos os anos de escolaridade básica.

4.1.1.2 Os manuais escolares

O manual escolar tem constituído, desde sempre, um dos recursos educativos mais utilizados pelos professores (Stinner, 1992; Johnsen, 1993; Gérard e Roegiers, 1998), sendo, por vezes, até o único (Parcerisa, 1996; Jiménez Valladares, 2000) e considerado por outros o mais eficaz (Gérard e Roegiers, 1998).

Gérard e Roegiers (1998), apresentam sete funções essenciais de um manual escolar:

- 1) Função de transmissão de conhecimentos;
- 2) Função de desenvolvimento de capacidades e competências;
- 3) Função de consolidação das aquisições e aprendizagens;
- 4) Função de avaliação das aquisições.
- 5) Função de ajuda na integração das aquisições;
- 6) Função de referência e
- 7) Função de educação social e cultural.

As quatro primeiras associadas às aprendizagens promovidas nos alunos e as três restantes associadas às

funções de interface com a vida quotidiana e profissional, interligando assim a vida escolar com a vida em sociedade.

É consensual para vários autores que os manuais escolares orientam a atividade dos professores e constituem a principal fonte de acesso à Ciência para muitos alunos (Brigas, 1997; Teixeira et al., 1999; Santos, 2001). Campanário e Otero (2000), apontam também este recurso como o principal instrumento pedagógico utilizado nas aulas de ciências e constitui uma das decisões curriculares mais importantes de muitos professores. Neste sentido, o manual exerce uma grande influência na aprendizagem, dado que orienta e dirige muitas das atividades dos alunos, assim como a dos professores⁷⁹.

No mesmo seguimento, diversos estudos (ex.: Martínez Losada, Vega e Garcia Barros, 1999; Sanches Blanco e Valcárcel, 2000), vieram demonstrar que os professores de ciências do ensino básico e secundário têm vindo a utilizar maioritariamente os manuais escolares para a planificação das suas aulas, tanto no que diz respeito à seleção dos conteúdos, como nas propostas de atividades na sala de aula. Considerando este aspeto, torna-se importante investigar em que medida os textos são coerentes com as tendências atuais do ensino das ciências descritas na investigação.

No entanto, autores como Tracana (2009) reforçam que a função primordial de um manual escolar é o desenvolvimento de competências no aluno e não a mera transmissão de conhecimento. Neste seguimento, Neves et al. (2005) acrescentam que para além da aquisição de competências básicas e transversais ao longo da escolaridade, o manual deve ainda contribuir para a formação cívica e democrática dos alunos, através de valores em evolução, veiculados explícita ou implicitamente, bem como para o desenvolvimento de atividades de aplicação e avaliação de conhecimentos, promovendo a capacidade de autoaprendizagem e o espírito crítico dos alunos.

Dado o estatuto que os manuais ocupam, estes devem assentar em pressupostos e princípios facilitadores de um ensino concordante com uma perspetiva construtivista e por mudança conceptual. Esta perspetiva implica uma conceção do manual, centrada no aluno, conferindo-lhe um elevado grau de responsabilidade no processo de ensino-aprendizagem, e abrindo ao professor o papel de facilitador do processo. A promoção, através do manual escolar, da consciencialização do aluno acerca do modo como se processa a sua aprendizagem é fundamental para uma aprendizagem significativa. Paralelamente à construção de conceitos, de princípios, de teorias e ao desenvolvimento de técnicas de

⁷⁹ Alguns investigadores consideram que o manual escolar constitui o principal determinante da natureza da atividade científica desenvolvida na sala de aula (Hofstein e Lunetta, 1982), da organização do currículo e da forma como os professores concebem o desenvolvimento da ciência (Chiappetta et al., 1991).

manipulação e da capacidade de interpretação, os manuais escolares assumem um papel fulcral na construção de um conceito de ciência, incluindo as dimensões ética e atitudinal (Silva, 2001).

Finley (1994) refere-se às dificuldades de aprendizagem sentidas pelos alunos quando utilizam o manual escolar, dado existir uma grande divergência entre a forma como os conceitos são apresentados no manual e os objetivos da educação científica. O mesmo autor refere que os manuais escolares não incluem o raciocínio que sustenta as convicções científicas e os estudantes não têm o contexto adequado para tirar partido das ideias fundamentais, apercebendo-se da sua validade e utilidade para além de raramente lhes serem dadas oportunidades para falarem das suas conceções, as explorarem e testarem. Este aspeto, segundo Stinner (1992), deve-se ao facto de a maioria dos manuais centrarem no professor a responsabilidade da pedagogia ou do modo como os estudantes aprendem ciência. O ensino centralizado no manual escolar pode assim não ser suficiente para educar um cidadão com um grau de literacia científica adequado.

Vasconcelos e Souto (2003) reconhecem que o manual escolar de Ciências tem a difícil missão de propor a compreensão de métodos científicos, estimulando os alunos a pensar, formular hipóteses e chegar às próprias conclusões, transformando o conhecimento apresentado em aprendizagem real. Santos et al. (2007) reforçam este facto, defendendo que o conteúdo de Ciências deve vir apresentado de modo a desenvolver o carácter investigativo do estudante. Este é, aliás, e segundo Rosa e Mohr (2010), um desafio ao qual os autores se deveriam propor ao elaborarem um manual escolar.

Martínez Losada e Garcia Barros (2003), num estudo realizado para analisar as atividades experimentais contidas nos manuais de ciências do ensino básico, verificaram que o que sobressai nas atividades é a aplicação da teoria descrita nos textos e a aquisição de conhecimentos, sendo praticamente inexistentes as atividades dirigidas à indagação. De acordo com isto, os tipos de procedimentos mais abundantes são a comunicação e a organização da informação, em detrimento dos associados à resolução de problemas (formulação de hipóteses, análises de dados, controlo de variáveis...).

Este aspeto vem reforçar a opinião de Chiappetta et al. (1991), que defendem que muitos professores e alunos têm uma visão de ciência empirista e indutivista porque os manuais escolares, de uma forma implícita ou explícita, dão ênfase aos factos e “apresentam a ciência como um corpo de conhecimentos construídos de forma linear, não havendo lugar para o erro” (p.713).

Têm sido realizados vários estudos de análise de manuais no que respeita a conteúdos de ciências, quer ao nível nacional como internacional. Entre outros, destacamos temas como a biodiversidade (Tracana et al., 2008a), a poluição (Tracana et

al., 2008b), educação ambiental (Tracana, 2009; Tracana et al., 2011), sistema reprodutor humano (Alves e Carvalho, 2007), concepções prévias dos alunos (Duarte, 1999), botânica (Guimarães, 2008) e microrganismos (Mafra e Lima, 2009).

No que respeita à temática dos seres vivos, investigado no presente trabalho, Gelape e Mendes (2005) e Silva et al. (2009), defendem que o estudo da diversidade dos seres vivos não deveria ser limitado apenas às descrições funcionalistas – morfo e fisiológicas - dos diferentes reinos e táxons, pois esse tipo de aprendizagem estimula processos de memorização, em detrimento da real aprendizagem para o conhecimento. Para estes autores, esse tipo de atuação exclui abordagens importantes, como o papel dos seres vivos no meio onde se encontram.

Rosa e Mohr (2010)⁸⁰ referem que, apesar de um número razoável de investigações realizadas relativamente à análise de temas de biologia nos manuais escolares, principalmente a partir dos anos 90, por exemplo, os fungos, são pouco explorados, apesar do grande interesse deste grupo de seres vivos, não só em termos biológicos e ambientais, como também económicos e pela presença numa variedade de fenómenos do quotidiano dos alunos.

Mafra e Lima (2009) realizaram um estudo acerca do tema microrganismos em manuais escolares da área de Estudo do Meio do 1.º CEB, no sentido de compreender como o tema é trabalhado naquele ciclo de ensino. Os resultados indicaram que o tema é abordado de uma forma muito incompleta e indireta, apontando para a sua desvalorização, tanto ao nível do Programa Curricular do 1.º CEB como ao nível dos manuais de Estudo do Meio. Estes investigadores verificaram que os microrganismos não são identificados como seres vivos e, quando surgem nos manuais, a sua abordagem está apenas associada ao aparecimento de doença e da poluição. Está ausente qualquer abordagem com conotação positiva acerca da atividade dos microrganismos (ex.: produção de alimentos, tratamento da poluição). Foram também detetados alguns erros nos manuais. Destaca-se o mesmo erro encontrado por Raven et al. (2001), cujos manuais incluem os cogumelos no reino das plantas. Este é um aspeto claramente redutor relativamente à noção de biodiversidade por parte da criança, associado ao facto de na classificação dos seres vivos o tema estar

⁸⁰ Rosa e Mohr (2010) analisaram a temática dos fungos em manuais do ensino básico (ensino Fundamental no Brasil), utilizando os critérios de análise: caracterização da presença do tema, a linguagem utilizada, a utilização das figuras e ilustrações, a relação dos fungos com outros seres vivos, a relação entre fungos e saúde humana e a relação do conteúdo com a vida quotidiana dos alunos. Nesta análise encontraram uma série de fragilidades nos manuais, relacionadas com cada critério de análise e alguns problemas nestas abordagens. Como reflexão dos resultados, os autores salientaram para a importância do risco que o professor pode correr se não tiver uma atitude crítica face aos manuais e não ficar alerta em relação a alguns problemas que pode encontrar nos mesmos. Assim, afirmam que não é aconselhável o professor depender exclusivamente ou em excesso do livro didático para que não se torne refém do conteúdo presente (ou ausente) e dos erros e inadequações da obra. Cabe ao educador utilizar material como uma fonte de apoio e referências, sabendo evitar as abordagens incorretas do mesmo e corrigindo-o quando necessário com os estudantes (p.100).

vedado a apenas dois reinos - os animais e as plantas. Estes resultados encontrados nos manuais do 1.º CEB representam uma lacuna potencialmente geradora de falsas concepções acerca do mundo vivo e redutora da percepção do mundo físico-natural próximo da criança. Os autores defendem, tal como Clément (1998), que as abordagens incompletas, assim como a presença de alguns erros, podem contribuir, certamente, para o aparecimento de obstáculos didáticos na aprendizagem.

Martins (2002b) considera que o manual, apesar de ser o recurso didático mais utilizado, é também um objeto de consumo pouco refletido por parte de quem o usa. Assim, na maioria das vezes, a seleção, adoção e uso do manual é uma prática e um hábito a cumprir pelo professor. A autora considera que os manuais escolares são uma das áreas menos exploradas em termos de investigação didática e salienta a importância destes recursos no processo de ensino/aprendizagem das Ciências, considerando-os como essenciais para a organização do ensino das Ciências e condicionantes da aprendizagem.

Assim, de acordo com Silva (2001), vários fatores podem ser objeto de análise, com o intuito de avaliar o papel do manual escolar enquanto elemento interveniente na construção do conhecimento científico, e de avaliar o seu grau de coerência de acordo com a perspetiva defendida. São eles:

1. Introdução/nota de abertura (perspetiva de ensino aprendizagem e perspetiva de ciência);
2. Organização sequencial dos conteúdos;
3. Desenvolvimento do conteúdo científico – erros, omissões, analogias, significado de termos num contexto do dia a dia e num contexto científico; nível de formulação e análise de conceitos inerentes às concepções alternativas; interpretações de situações do dia a dia; interpretação de expressões de uso corrente, de crenças e da informação veiculada pelos *media*; História da Ciência, Natureza da Ciência.
4. Atividades de aprendizagem.

Segundo Fernandes (2011), a avaliação dos manuais escolares está prevista na legislação portuguesa, através da Lei n.º 47/2006, de 28 de agosto de 2006, regulamentada pelo Decreto-Lei n.º 261/2007, de 17 de julho. Este último veio definir o regime de avaliação, certificação e adoção aplicável aos manuais escolares e outros recursos didático-pedagógicos do ensino básico e do ensino secundário, bem como os princípios e objetivos a que deve obedecer o apoio socioeducativo relativamente à aquisição e ao empréstimo de manuais escolares. Neste documento legal lê-se que o sistema político deve garantir a estabilidade dos manuais escolares de modo a respeitar os

interesses socioeconómicos das famílias e deve, ainda, assegurar a sua qualidade científica e pedagógica através de um sistema de apreciação e controle.

A mesma autora refere que a adoção dos manuais escolares pelas escolas e pelos agrupamentos de escolas é da competência do respetivo órgão de coordenação e orientação educativa, devendo ser devidamente fundamentada em grelhas de apreciação elaboradas para o efeito. Assim, a adoção e seleção de manuais escolares é o resultado do processo pelo qual a escola ou o agrupamento de escolas avalia a adequação dos manuais certificados ao respetivo projeto educativo, tal como estabelece o artigo 16.º da Lei n.º 47/2006, de 28 de agosto. No artigo 11.º da mesma Lei são apresentados os critérios de avaliação de manuais escolares considerados essenciais e obrigatórios pelo Ministério da Educação, constituindo-os como orientadores dos professores, em cada escola, aquando da sua escolha. São salientados os seguintes critérios: *a) Rigor científico, linguístico e conceptual; b) Adequação ao desenvolvimento das competências definidas no currículo nacional; c) Conformidade com os objetivos e conteúdos dos programas ou orientações curriculares em vigor; d) Qualidade pedagógica e didática, designadamente no que se refere ao método, à organização, à informação e à comunicação; e) Possibilidade de reutilização e adequação ao período de vigência previsto (6 anos); f) Qualidade material, nomeadamente a robustez e o peso.*

A possibilidade identificada no ponto e), relativa à possível utilização do mesmo manual por um período de 6 anos, poderá levar a reflexões pertinentes relacionadas com a importância da necessidade de haver uma correta revisão dos manuais, de modo a que se possam corrigir erros detetados durante o seu uso e se acrescentem algumas abordagens incompletas. Este aspeto torna-se pertinente considerando que, caso sejam identificadas algumas dessas falhas, só após 6 anos o manual poderá ser modificado através de uma nova edição. Tendo em conta a sociedade moderna em que vivemos, em que a Ciência e a Tecnologia ganham avanços significativos de um modo cada vez mais rápido, este problema deverá ser visto de uma forma mais cuidada, não obstante as vantagens sociais inegáveis que esse processo (não renovação do manual adotado) traz para as famílias portuguesas.

Apesar da autonomia das escolas/agrupamentos para selecionar e adotar manuais escolares, de modo a harmonizar a última seleção e a adoção de manuais, foi enviada uma circular a todos os estabelecimentos de ensino portugueses – Circular n.º2/2010 - que estabelece as orientações a respeitar na adoção dos manuais escolares. De acordo com o Ministério de Educação, o documento que estabelece os critérios de apreciação e adoção de manuais está estruturado em quatro grupos essenciais, que são: *i) Organização e método, ii) Informação, iii) Comunicação e iv) Características materiais.* O documento

contém apenas critérios de adoção generalistas, não referenciando orientações ou estabelecendo critérios próprios para cada área curricular, deixando-os à consideração da classe docente. O docente deverá utilizar o instrumento de seleção criado pelo Ministério da Educação para o efeito, que são dois anexos a esse documento legal. O Anexo 1, “registro de apreciação e adoção de manuais”, que deverá resultar numa apreciação de (Insuficiente, Suficiente, Bom ou Muito Bom) e o Anexo 2 onde deverão ser registadas as incorreções detetadas em cada manual. Nenhum deles se dirige, em termos específicos, a critérios de adoção para a Educação em Ciência (Fernandes, 2011).

Foram abordados alguns aspetos teóricos relacionados com os programas e os manuais escolares. Passar-se-á de seguida à apresentação da investigação realizada que envolveu, para além da análise aos programas do 1.º e 2.º CEB - Estudo do Meio e Ciências da Natureza, respetivamente - também os manuais escolares associados, dentro da temática “microrganismos”.

4.2 Construção dos instrumentos de medida

Com a análise dos programas e manuais escolares pretendeu-se responder às seguintes questões de investigação colocadas inicialmente:

Como tem sido abordada a temática dos microrganismos nos programas e manuais de Estudo do Meio do 1.º CEB e de Ciências da Natureza do 2.º CEB? (Que relações existem entre as orientações curriculares, relativamente a esta temática e os conteúdos nos manuais? Quais os conteúdos, caso existam, que são recorrentes entre o 1.º e o 2.º CEB? Quais as representações que estão implícitas e explícitas nos manuais)?

O investigador iniciou o seu estudo com uma análise dos programas de Estudo do Meio do 1.º CEB e de Ciências da Natureza do 2.º CEB. Desta análise resultou a identificação das secções em que a temática *microrganismos* era abordada e/ou tinha potencialidades para ser abordada.

4.2.1 Grelhas de análise

Elaboraram-se dois tipos de grelha para analisar os manuais do 1.º e do 2.º CEB, respetivamente. Foi construída uma grelha denominada de tipo A, usada para analisar os

conteúdos explícitos acerca do tema, aplicada ao 5.º e 6.º anos de escolaridade, que teve como objetivo obter informações acerca do modo como o tema é tratado, completar a abordagem ao tema e tentar colmatar pontos de descontinuidade de conteúdos. Esta análise não integrou os quatro parâmetros de análise de referência do estudo, mas sim o tema identificado explicitamente nos programas do 5.º e 6.º anos (2.º CEB) (Quadro 9).

Quadro 9- Conteúdos do programa do 2.º CEB em que o tema é abordado explicitamente (grelhas A e A1)

	CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS EM ANÁLISE	OBSERVAÇÕES (constantes no programa)
5.º ANO	UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS -A célula unidade na constituição dos seres vivos - Seres unicelulares e seres pluricelulares - Classificação dos seres vivos	Pretende-se que os alunos compreendam a importância da classificação biológica e reconheçam os seres unicelulares como parte integrante de reinos específicos à parte dos outros.
6.º ANO	AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO OS MICRÓBIOS - Micróbios causadores de doenças - Meios de defesa contra as agressões microbianas – a prevenção da doença	Pretende-se que os alunos compreendam a importância do conhecimento de microrganismos causadores de doenças, de modo a prevenir os seus efeitos. Observação de imagens de microrganismos patogénicos. Salientar o papel das vacinas na prevenção da doença e os cuidados a ter quando existe perigo de contágio. Abordagem a microrganismos úteis imprescindíveis à integridade do nosso organismo.

Esta grelha, do tipo A, subdivide-se em duas. A *grelha A*, para uma análise quantitativa e a *grelha A1*, para uma análise qualitativa.

Construiu-se também a *grelha B*, comum, transversal ao 1.º e 2.º CEB, para se analisar os quatro parâmetros definidos *à priori*, desde o 1.º ao 6.º ano. Corresponde à análise de todo o conteúdo descrito no Quadro 10.

Tal como a grelha do tipo A, esta grelha do tipo B subdivide-se em duas. A *grelha B*, para uma análise quantitativa e a *grelha B1*, para uma análise qualitativa.

Quadro 10 - Conteúdos do 1.º e 2.º CEB a ser analisados nos manuais através das grelhas B e B1 em que o tema não é abordado explicitamente (Adaptado de ME, 1990 e ME, 2004)

Ano	Bloco do Programa do 1.º CEB	Temáticas abordadas/observações
1º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i> Bloco 3- <i>À descoberta do ambiente natural.</i> Ponto 1: <i>Os seres vivos do seu ambiente.</i>	Reconhecimento das normas de higiene do corpo e dos alimentos: lavar as mãos antes de comer, lavar os dentes, lavar os alimentos; o conhecimento e aplicação das normas de vigilância da sua saúde (idas periódicas ao médico, boletim individual de saúde). Manifestação da vida animal e vegetal (identificação de plantas e animais do ambiente próximo).
2º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i> Bloco 3- <i>À descoberta do ambiente natural.</i> Ponto 1: <i>Os seres vivos do seu ambiente.</i>	Hábitos de higiene diária, importância da água potável, do prazo de validade dos alimentos, higiene dos espaços de uso coletivo; reconhecimento da importância da vacinação para a saúde. Manifestação da vida animal e vegetal (identificação de plantas e animais do ambiente próximo).
3º	Bloco 1. <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 3: <i>A saúde do seu corpo.</i> Ponto 4: <i>A segurança do seu corpo.</i> Bloco 3- <i>À descoberta do ambiente natural.</i> Ponto 1: <i>Os seres vivos do ambiente próximo.</i> Bloco 4- <i>À descoberta da inter-relação entre espaços.</i> Ponto 5: <i>O comércio local.</i> Bloco 5- <i>À descoberta de materiais e objetos.</i> Ponto 4: <i>Manusear objetos em situações concretas.</i> Bloco 6- <i>À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.</i> Ponto 1: <i>A agricultura e o meio.</i> Ponto 2: <i>A criação de gado no meio local.</i> Ponto 4: <i>A atividade piscatória.</i> Ponto 8: <i>As construções do meio local.</i>	Importância do ar puro para a saúde; reconhecimento de algumas regras de primeiros socorros. Realizar experiências e observar formas de reprodução nas plantas, identificar fatores do ambiente que condicionam a vida dos animais e das plantas. Comparar e classificar plantas seguindo critérios. Como se conservam os produtos alimentares, condições de armazenamento e manuseamento. Prazo de validade dos alimentos. Manuseamento do microscópio. Agricultura como fonte de matérias-primas (trigo/farinha, uvas/vinho, tomate/concentrado). Produção de lacticínios e enchidos As conservas Importância do saneamento básico e do abastecimento de água nas populações.
4º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 1: <i>O seu corpo.</i> Ponto 2: <i>A segurança do seu corpo.</i> Bloco 5- <i>À descoberta de materiais e objetos.</i> Ponto 4: <i>Manusear objetos em situações concretas.</i> Bloco 6- <i>À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.</i> Ponto 1: <i>Principais atividades produtivas nacionais.</i> Ponto 2: <i>A qualidade do ambiente.</i>	Identificação da função protetora da pele. Conhecimento de algumas regras de primeiros socorros. Manuseamento do microscópio. Identificação de produtos da indústria portuguesa: conservas... Identificação de fatores poluentes, qualidade da água e formas de poluição dos cursos de água, desequilíbrios ambientais provocados pela atividade humana.

5º	<p>Onde existe vida? Primeira abordagem ao conceito de Biosfera</p> <p>UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS -A célula unidade na constituição dos seres vivos.</p>	<p>Pretende-se que os alunos conheçam a diversidade de ambientes e de seres vivos existentes na biosfera. e reconheçam a existência de seres vivos nos mais variados habitats terrestres.</p> <p>Pretende-se que os alunos identifiquem a célula como unidade na constituição dos seres vivos e reconheçam a importância do microscópio como ferramenta essencial na observação de células, incluindo os seres unicelulares, comprovando assim a existência destes seres em diversos ambientes na Terra.</p>
	<p>A ÁGUA, O AR, AS ROCHAS E O SOLO – MATERIAIS TERRESTRES – SUPORTE DE VIDA -A importância da água para os seres vivos. -A qualidade da água. -Água potável, água imprópria para consumo e processos de tratamento de água.</p>	<p>Pretende-se que os alunos compreendam que os materiais terrestres, e em particular a água, são suporte de vida, reconhecendo por isso a importância dos efeitos provocados pelas atividades humanas na água, na atmosfera e no solo, atividades essas que podem levar à poluição da água, tornando-a imprópria para consumo, consequência da contaminação com vários produtos químicos, orgânicos e micróbios patogênicos.</p>
6º	<p>PROCESSOS VITAIS COMUNS AOS SERES VIVOS - TROCAS NUTRICIONAIS ENTRE O ORGANISMO E O MEIO Nos animais - Os alimentos como veículo de nutrientes. -como escolher os nossos alimentos? -características do sistema digestivo em função do regime alimentar dos animais.</p>	<p>Pretende-se que os alunos compreendam que a vida dos seres é assegurada pela realização de funções específicas.</p> <p>Reconhecer a importância de fazer escolhas corretas face à alimentação, análise do rótulo de embalagens para observar o período de validade de alguns alimentos e a sua composição ao nível dos ingredientes.</p> <p>Características do sistema digestivo em função do regime alimentar dos animais (ex.: estômago composto – ruminantes).</p>
	<p>HIGIENE E PROBLEMAS SOCIAIS - Higiene pessoal. - Poluição.</p>	<p>Considerar certas regras de higiene (lavar os dentes depois de comer, lavar as mãos antes de comer, e depois de ir à casa de banho...). Observação e análise de informação sobre condições de higiene dos lugares habitados (escola, casa, bares, cantina, fábricas, bibliotecas) e reconhecimento da importância destes estarem em conformidade com as recomendações sanitárias legais.</p> <p>Pretende-se que os alunos conheçam as principais manifestações de poluição, tendo em vista a proteção da sua saúde e a integridade do meio. Assumir uma atitude responsável pelo equilíbrio de que depende a saúde do agregado humano. Salientar que cada indivíduo pode ser um poluidor nas suas atividades quotidianas. Identificar agentes poluidores do meio.</p>

4.2.1.1 Categorias e sub-categorias de análise

Definiram-se *a priori* categorias e subcategorias para analisar as imagens e texto. Estas foram aplicadas aos manuais em estudo usando as grelhas do tipo A e B.

4.2.1.1.1 Categorias de análise das grelhas do tipo A

Para análise dos manuais foram criadas quatro categorias, nomeadamente, tipo de imagem, qualidade da imagem, tipo de legenda e informação textual, que, por sua vez, se dividiram em subcategorias (Ver Quadro 11), tendo-se recorrido a uma adaptação de Alves e Carvalho (2007). Seguidamente, apresenta-se uma definição de cada sub-categoria.

Quadro 11 - Categorias e subcategorias de análise da *grelha A* (Adaptação de Alves e Carvalho, 2007).

Categoria	Sud-categoria
Tipo de Imagem	D- desenho; F- foto; E- esquema
Qualidade da Imagem	NC- não científica; CI- científica incorreta; CC- científica correta
Tipo de legenda	D – descritiva; Exp - explicativa
Informação textual	NC – não científica; CI- científica incorreta; CC – científica correta

4.2.1.1.2 Definição das sub-categorias de imagem da *grelha A*

As subcategorias de imagem da *grelha* do tipo A foram identificadas como *Não Científica*, *Científica Incorreta* e *Científica Correta*. Define-se a seguir cada uma delas.

Não Científica (NC): imagem que não está associada a um conteúdo científico nem ao texto, apenas motiva para o conteúdo.

Científica Incorreta (CI): imagem que representa os elementos que pretende transmitir mas não são identificados os componentes da imagem (ex.: legenda) ou transmite a informação de forma incorreta.

Científica Correta (CC): imagem que representa de modo fiável o conteúdo que se pretende transmitir. Inclui a legendagem correta dos seus componentes.

Na Figura 5 podemos encontrar alguns exemplos das subcategorias descritas.



Figura 5- Exemplos de subcategorias usadas para analisar as imagens nos manuais escolares.

⁸¹ Esta codificação (NC:M3:202) deve ler-se: Imagem **Não Científica**, no **Manual 3**, página **202**. Este tipo de codificação foi usado noutras ocorrências com outros tipo de imagem e texto.

4.2.1.1.3 Definição das subcategorias de legenda da grelha A

Ao analisar os manuais do 5.º e 6.º anos de escolaridade verificou-se que, em alguns casos, as imagens eram acompanhadas de dois tipos diferentes de legenda, muitas das vezes, substituindo o próprio texto. Neste sentido, classificámos as legendas nas subcategorias:

Descritiva (D): apenas refere/descreve o conteúdo da imagem;

Explicativa (Exp): tenta explicar o conteúdo da imagem/assunto em questão, substituindo a informação textual.

Na Figura 6 podemos encontrar alguns exemplos das subcategorias referidas.



Legenda D: M1:212

Legenda Exp: M3:209

Figura 6 - Exemplos de subcategorias de legenda das imagens.

4.2.1.1.4 Definição das subcategorias de texto da grelha A

Para análise do texto, aplicaram-se as subcategorias *Não Científico*, *Científico Incorreto* e *Científico Correto*. A seguir definem-se cada uma delas.

Não Científico (NC): texto que aborda o conteúdo, recorrendo a linguagem comum, sem qualquer associação a termos científicos. Exemplo:

“Os **micróbios** são o grupo de organismos mais espalhado na Natureza. Existem no **ar**, na **água**, no **solo**, pelo que contactam diretamente com o Homem, através dos **alimentos**, do ar inspirado, da água ingerida, etc.”

Texto NC: M2:207

Científico Incorreto (CI): texto que aborda uma descrição dos conteúdos mas nem sempre utiliza os termos corretos. Pode recorrer à metáfora ou analogia para explicar o conteúdo. Transmite informação que pode levar a erro (forma incorreta e/ou incompleta).

Exemplo:

“Acorre ao local maior quantidade de sangue transportando glóbulos brancos para “combater” os micróbios. Estes **glóbulos brancos** “apanham” os micróbios envolvendo-os no seu interior e destroem-nos. O **pus** é o resultado dessa intensa “batalha” e é formado pelos cadáveres das bactérias e glóbulos brancos.”

Texto CI: M2:221

Científico Correto (CC): texto que aborda corretamente os conteúdos utilizando os termos adequados. Exemplo:

“Cada anticorpo só atua sobre o micróbio ou a toxina que desencadeou a sua produção. Se o organismo for mais tarde invadido pelo mesmo micróbio ou pela toxina, pode acontecer que novas quantidades de anticorpos surjam rapidamente e o indivíduo já não adoença; diz-se, então, que adquiriu imunidade ou ficou imune.”

Texto CC: M3:204

Nos Quadros 12 e 13 apresentam-se as grelhas do tipo A, aplicadas ao 5.^o e ao 6.^o ano de escolaridade, onde estão presentes e organizadas as categorias e subcategorias de análise, anteriormente definidas.

Quadro 12 – Grelha de análise do tipo A – 5.º Ano de escolaridade

Manual analisado: ...												
Ano em estudo: ...												
Secção do programa em análise	Conteúdos	Tipo de Imagem			Qualidade da imagem			Tipo de legenda		Informação textual		
		F	D	E	NC	CI	CC	Exp	D	NC	CI	CC
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	Serres unicelulares e seres pluricelulares											
	Total ocorrências:											
	Classificação dos seres vivos											
	Total ocorrências:											
	TOTAL MANUAL:											

Quadro 13 – Grelha de análise do tipo A – 6.º Ano de escolaridade

Manual analisado: ...														
Ano em estudo: ...														
Secção do programa em análise	Conteúdos	Tipo de Imagem			Qualidade da imagem			Tipo de legenda		Informação textual				
		F	D	E	NC	CI	CC	Exp	D	NC	CI	CC		
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICROBIOS	Os Microorganismos	Microorganismos causadores de doenças												
		Total ocorrências:												
Meios de defesa contra as agressões microbianas – a prevenção da doença.	As defesas naturais													

		Total ocorrências:											
		As vacinas											
		Total ocorrências:											
		TOTAL MANUAL:											

Nota: o número de ocorrências no texto é definido pelo número de parágrafos relacionados com o tema. As caixas de texto que poderão surgir destacadas do texto principal contabilizam como uma ocorrência.

4.2.1.1.5 Categorias de análise das grelhas A1

Com a *grelha A1* realizou-se uma análise qualitativa que consistiu na interpretação da imagem e do texto. O tipo de abordagem ao tema (*conotação* positiva e/ou negativa atribuída aos microrganismos), a *quantidade de páginas* atribuída ao tema, associada à importância dada pelo autor, e a questão da *continuidade/descontinuidade* entre conteúdos, foram as questões analisadas com esta grelha. No Quadro 14 apresentam-se as categorias referidas e a respetiva definição.

Quadro 14 - Categorias analisadas na *grelha A1*.

Categoria	Definição
Abordagem ao tema – conotação	Tipo de abordagem que é feita ao conteúdo. Identificação (no texto e/ou imagem) de indícios que levam à conotação positiva (+) ou negativa (-) atribuída aos microrganismos.
Nº de páginas dedicadas ao conteúdo	Nº de páginas atribuídas aos conteúdos em questão.
Continuidade/descontinuidade de conteúdos	Análise descritiva da existência de uma continuidade (ou ausência dela) entre o conteúdo em causa e o(s) conteúdo(s) lecionado(s) anteriormente.

Nos Quadros 15 e 16 apresenta-se um exemplar da *grelha A1*, para o 5.º e 6.º anos de escolaridade, onde estão presentes e organizadas estas categorias.

Quadro 15 – Grelha de análise do tipo A1 – 5.º Ano de escolaridade

Manual analisado:...			
Ano em estudo: ...			
Secção do programa em análise	Conteúdos	Abordagem aos conteúdos (tipo de abordagem, conotação dada aos microrganismos)	Nº páginas
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	Seres unicelulares e seres pluricelulares		
		Total:	
	Classificação dos seres vivos		
		Total:	

Quadro 16 – Grelha de análise do tipo A1 – 6.º Ano de escolaridade

Manual analisado: ...			
Ano em estudo: ...			
Secção do programa	Conteúdos	Abordagem aos conteúdos (tipo de abordagem ao conteúdo / conotação dada aos microrganismos)	Nº Páginas
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICRÓBIOS	Microrganismo prejudiciais ao Homem (-)	<p>Microrganismos Causadores de doenças</p> <p>Microrganismos responsáveis pela deterioração de alguns alimentos</p>	
		Total:	
	Microrganismo úteis ao Homem e à Natureza (+)	<p>Microrganismos no auxílio do combate à doença</p> <p>Os microrganismos no fabrico de alimentos</p> <p>Relação benéfica com outros seres vivos</p> <p>Microrganismos no tratamento de águas residuais</p>	
		Total:	

4.2.1.1.6 Categorias e subcategorias de análise das grelhas do tipo B

Tal como nas grelhas do tipo A, também foram analisados nas grelhas do tipo B a imagem e o texto. No entanto, esta análise foi efetuada apenas nas secções dos manuais do 1.º e 2.º CEB relacionadas com os quatro parâmetros de análise definidos no início do estudo.

4.2.1.1.7 Definição das subcategorias de imagem das grelhas B

Tendo em conta uma adaptação das categorias usadas por Drouin (1987), Amador e Carneiro (1999) e Palma (2005), as imagens foram analisadas considerando dois domínios: quanto à sua *semiologia* e quanto à sua *pedagogia* (Quadro 17).

Quanto à sua semiologia, foram classificadas como *foto*, *desenho* ou *esquema*. E quanto à sua pedagogia, foram classificadas como tendo *função motivadora*; *função explicativa* e *função metalinguística*.

Quadro 17 - Categorias e subcategorias de análise da grelha B (Adaptação de Drouin, 1987; Amador e Carneiro, 1990 e Palma, 2005)

Categoria	Sud-categoria
Tipo de Imagem (semiologia)	F- foto; D- desenho; E- esquema
Função da Imagem (pedagogia)	Função motivadora; Função Explicativa; Função metalinguística

A seguir definem-se estas subcategorias.

Com ***função motivadora*** consideram-se as imagens que servem de incentivo à aprendizagem de determinados conteúdos. Embora possam representar conteúdos relacionados com o tema em estudo, não estabelecem uma interação com o conteúdo textual. Poderão estar relacionadas com o texto mas tentam, essencialmente, atrair e manter a atenção, podendo também ter simplesmente uma função estética.

Com ***função explicativa*** consideram-se as imagens que têm como objetivo facilitar a compreensão e a retenção da informação textual, podendo simultaneamente fornecer informação adicional.

Com ***função metalinguística*** consideram-se as imagens que adquirem uma maior importância que os conteúdos escritos, praticamente inexistentes, constituindo a principal fonte de informação (predomínio da imagem sobre o texto). A imagem que substitui o texto, transmitindo por si só a informação.

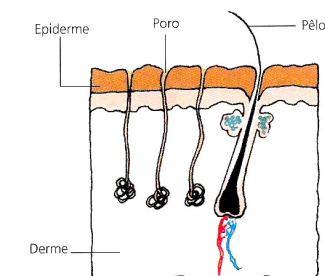
Nas imagens que se seguem (Figuras 7 a 10) apresentam-se alguns exemplos das categorias e subcategorias descritas:



A - Foto (M11:137)



B - Desenho (M14:33)



Corte de pele mostrando as diferentes camadas por que é constituída.

C - Esquema (M8:14)

Figura 7- Classificação das imagens quanto à semiologia.



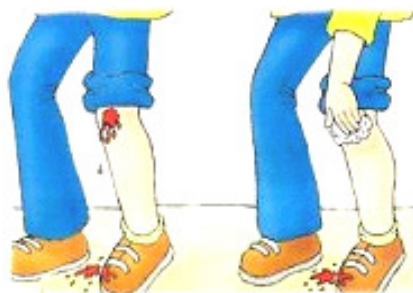
Foto acompanhada do texto: *“Os produtos devem ser de qualidade e possuir etiquetas com informações relativas à composição, prazo de validade, condições de conservação, modo de emprego”...“devem ser manuseados respeitando as regras de higiene e estar armazenados em condições apropriadas.”*

Figura 8- Classificação da imagem quanto à pedagogia - Foto com **função motivadora** (M11:99)



Não apresenta texto a acompanhar. A imagem substitui o texto ocupando praticamente toda a página.

Figura 9 - Classificação da imagem quanto à pedagogia - Foto com **função metalinguística** (M14:38)



Acompanhada do texto: *“Quando alguém se fere, pode ficar a sangrar. Deve lavar-se e desinfetar a ferida. Se o sangue não coagular deve apertar-se a ferida com um pano limpo ou algodão durante uns minutos e depois aplicar um penso...”*

Figura 10- Classificação da imagem quanto à pedagogia - Foto com **função explicativa** (M11:33)

4.2.1.1.8 Definição das subcategorias de texto das grelhas B

Quanto à **análise do texto** foram definidas duas subcategorias: *texto informativo* e *texto explicativo*.

O **texto informativo** pretende apenas informar acerca de um conteúdo, divulgando factos e conceitos que podem ou não ser acompanhados de imagem relacionada com os mesmos. Por exemplo: “*a pele protege o nosso corpo do exterior (tem uma função protetora) impedindo a entrada de micróbios e impurezas e ajudando a manter a sua temperatura...*” p.18 (M9).

O **texto explicativo** pretende apresentar factos, mas seguidos de uma tentativa de explicação do seu significado. Por exemplo: “*a água própria para a nossa alimentação deve ser límpida, não conter cheiro, nem conter impurezas. Quando não temos a certeza que a água que vamos beber ou utilizar na preparação dos alimentos é potável, devemos: fervê-la, desinfetá-la, filtrá-la*”. P.36 (M13).

No Quadro 18 apresenta-se a *grelha B*, onde estão organizadas estas categorias e subcategorias.

4.2.1.1.9 Categorias de análise das grelhas B1

Tendo como base as *grelhas B1* realizou-se uma análise qualitativa de interpretação da imagem e do texto. Com esta *grelha* analisou-se o tipo de abordagem ao tema, na categoria de *conotação* (positiva ou negativa), atribuída aos microrganismos e a questão da *continuidade/descontinuidade* entre conteúdos (Quadro 19).

Quadro 18 - Grelhas do tipo B (1.º e 2.º CEB)

		Ano do manual:							
Manual	Ano	Conteúdos	Tipo de imagem			Pedagogia da imagem			Função do texto
			D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf / Exp
Parâmetro ...	M...	1º ANO							
			Total ocorrências:						Inf: / Exp:
	M...	2º ANO							
			Total ocorrências:						Inf: / Exp:
	M...	3ª							
			Total ocorrências:						Inf: / Exp:
	M...	4º ANO							
			Total ocorrências:						Inf: / Exp:
	M...	5º ANO							
			Total ocorrências:						Inf: / Exp:
	M...	6º ANO							
			Total ocorrências:						Inf: / Exp:
			TOTAL ANOS						Inf: / Exp:

Quadro 19 – Categorias de análise da grelha B1 e sua definição

Categoria	Definição
Abordagem ao tema – conotação + / -	Identificação (no texto e/ou imagem) que sugerem a abordagem aos microrganismos, incluindo a identificação de conotação positiva (+) ou negativa (-) a eles atribuída.
Continuidade/descontinuidade de conteúdos	Análise descritiva da existência de uma continuidade (ou ausência dela) entre o conteúdo em causa e o(s) conteúdo(s) lecionado(s) anteriormente.

No Quadro 20 apresenta-se um exemplar da *grelha B1*, onde estão organizadas as referidas categorias.

Quadro 20 – Grelha do tipo B1 (1.º e 2.º CEB)

Grelha B1			Ano do manual:....	
Parâmetro: <i>Microorganismos e ...</i>	Manual	Ano	Conteúdos	Abordagem aos conteúdos (tipo de abordagem, conotação dada aos microrganismos)
	M16	1ºANO		
	M13	2ºANO		
	M10	3ºANO		
	M7	4ºANO		
	M4	5ºANO		
	M1	6ºANO		

4.3 Técnicas ou instrumentos de recolha de dados

A recolha de dados assume-se como um momento crucial do processo científico. Todo o planeamento do problema, a formulação de hipóteses, a seleção, operacionalização e hierarquização das variáveis têm como última consequência um conjunto de dados que estabeleça o necessário vínculo empírico entre as suposições iniciais e a realidade (Posada, 2001).

Neste capítulo são referenciadas as técnicas ou instrumentos utilizados na recolha de dados, cuja construção foi apresentada no capítulo anterior. Assim, durante as três fases do estudo foram aplicadas várias técnicas consideradas adequadas para a natureza da análise pretendida.

4.3.1 Análise de documentos (programas e manuais escolares)

Com esta fase do estudo pretende-se saber até que ponto os manuais e programas do 1.º e 2.º CEB, nas áreas curriculares de Estudo do Meio e de Ciências da Natureza, respetivamente, abordam a temática relacionada com os microrganismos e em que momentos dos respetivos programas o tema poderá ser abordado. Para este estudo, do tipo exploratório, foram criadas categorias e sub-categorias de análise para avaliar os manuais e os programas. No caso dos manuais a análise incidiu principalmente na imagem e no texto.

A análise dos programas baseou-se na procura da temática ou de temas relacionados com os microrganismos. Essa análise permitiu encontrar momentos nos programas em que, não sendo abordada a temática de modo explícito, são pertinentes para o desenvolvimento da temática. Este aspeto permitiu, também, detetar circunstâncias de continuidade/descontinuidade dos conteúdos relacionados com o tema, ao longo do 1.º e 2.º CEB.

A técnica utilizada foi a *análise de conteúdo*, que, segundo Bardin (1986) consiste numa das técnicas mais utilizadas para organizar a informação obtida na investigação quantitativa. De acordo com González Sanmamed (1994), a análise de conteúdo é *uma técnica que realiza inferências objetivas, identificando sistematicamente características específicas das mensagens*” (p.103). Além disso, este instrumento permite fazer inferências válidas e confiáveis dos dados relativamente a um contexto e permite quantificá-los em categorias (Sampieri et al., 2006).

Consiste, portanto, numa técnica que estuda e analisa a comunicação de uma maneira objetiva, sistemática e quantitativa. Segundo Carmo e Ferreira (1998), a análise de conteúdo é *objetiva*, dado obedecer a determinadas regras e instruções suficientemente claras e precisas para que investigadores diferentes, trabalhando sobre o mesmo conteúdo, possam obter os mesmos resultados. Tal facto pressupõe que eles cheguem a acordo sobre os aspetos a analisar, as categorias a estabelecer e a utilizar e a definição operacional de cada uma dessas categorias. Deve ser também *sistemática* dado a totalidade do conteúdo dever ser ordenado e integrado em categorias previamente escolhidas em função dos objetivos propostos a atingir pelo investigador e, por fim, deve ser *quantitativa* uma vez que na maior parte das vezes é calculada a frequência dos elementos considerado significativos.

A análise de conteúdo implica procedimentos especiais de processamento dos dados científicos (Posada, 2001) e, assim sendo, obedece a uma codificação, categorização e análise dos dados, que são interpretados e integrados, com o objetivo de apresentar descobertas e, sobretudo, o seu significado no âmbito da investigação à qual pertence o estudo, para o avanço científico em geral (González Sanmamed, 1994).

Sampieri et al. (2006) reforça que *a análise de conteúdo realiza-se através da codificação, ou seja, um processo a partir do qual as características relevantes do conteúdo da mensagem transforma-se em unidades que permitem a sua descrição e análise precisa (...)* Para codificar é necessário definir o universo, as unidades de análise e as categorias de análise (p.357).

No que diz respeito ao estudo em questão, considerámos como universo os manuais de Estudo do Meio do 1.º CEB e de Ciências da Natureza do 2º CEB; as unidades de análise, as imagens e o texto dos respetivos manuais; e as categorias de análise definidas no capítulo anterior (construção dos instrumentos de medida).

De forma a identificar mais facilmente momentos de rutura na informação e verificar pontos de descontinuidade, a análise foi realizada ao partir do ponto em que encontrámos mais informação acerca do tema – 6º ano de escolaridade – até ao ponto onde a informação era praticamente nula – 1º ano de escolaridade (Ver Figura 10), tendo sempre em consideração os parâmetros de análise definidos *a priori* no início do estudo.

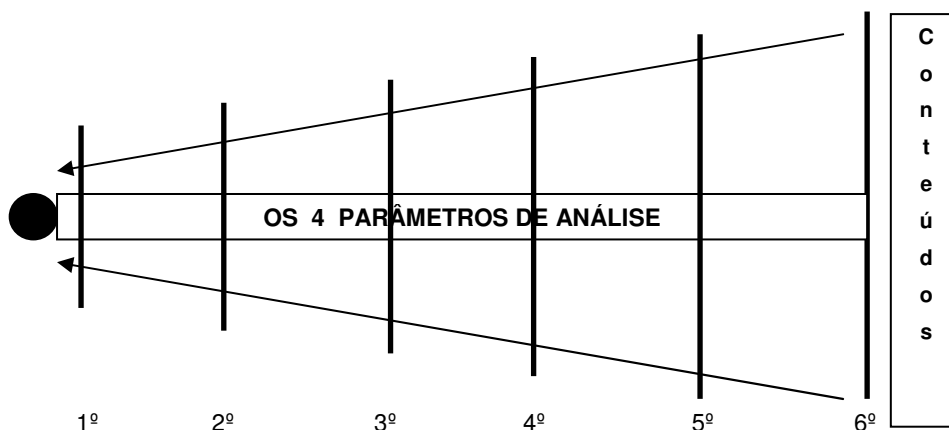


Figura 11 - Desenho da análise efetuada ao longo dos anos de escolaridade.

4.3.1.1 Análise de Programas 1.º CEB (Estudo do Meio) e do 2.º CEB (Ciências da Natureza)

Foi feita uma *análise de conteúdo* aos programas de Estudo do Meio do 1.º CEB e de Ciências da Natureza do 2.º CEB (ME, 1991 e 2004).

A categoria de análise utilizada, e definida *à priori*, esteve relacionada com a ligação (direta ou indireta) dos conteúdos programáticos com a temática *microrganismos*. Tendo por base a procura deste tipo de conteúdos, procedeu-se a uma leitura detalhada dos dois programas, numa tentativa de detetar temáticas relacionadas, sendo essa indicação apresentada no programa de modo explícito ou não.

4.3.1.2 Análise de Manuais do 1.º CEB (Estudo do Meio) e do 2.º CEB (Ciências da Natureza)

4.3.1.2.1 Manuais analisados

O estudo envolveu a análise de 18 manuais (12 do 1.º CEB e 6 do 2.º CEB) correspondentes a seis anos de escolaridade, portanto, do 1.º ao 6.º ano, abrangendo quatro editoras).

A análise focou principalmente o modo como a temática “microrganismos” é tratada nos manuais, assim como a existência de sequencialidade dos conteúdos relacionados, entre os vários anos do 1.º Ciclo e entre o 1.º e o 2.º Ciclo.

4.3.1.2.2 Critérios de seleção dos manuais

Optou-se por escolher três momentos diferentes na linha de tempo para a análise dos manuais. Assim, selecionaram-se os anos letivos de 1992/1993; 2000/2001 e 2006/2007.

Após recolha de informação nas escolas do 1.º e 2.º CEB do concelho de Bragança, verificou-se que as editoras maioritariamente escolhidas, nos anos em que se pretendiam analisar os manuais, foram, no caso do 1.º ciclo: **Porto Editora**, **Texto Editora**, **Edições Nova Gaia**; no caso do 2.º ciclo: **Porto Editora** e **Texto Editora**. Neste sentido, qualquer manual de outra editora não foi considerado. No Quadro 21 encontra-se a lista de manuais utilizados no estudo.

4.3.1.2.3 Análise de imagens e texto

Definiram-se categorias e sub-categorias de análise *a priori*, para as imagens e o texto, tendo sido aplicadas aos manuais em estudo, usando as grelhas do tipo A e B.

Segundo Grawitz (1993), as *categorias* podem ser consideradas como rubricas significativas, em função das quais o conteúdo será classificado e eventualmente quantificado.

De acordo com Carmo e Ferreira (1998), as categorias devem ser: a) *exaustivas*, ou seja, todo o conteúdo que se pretende classificar deve ser integralmente incluído nas categorias consideradas; b) *exclusivas*, isto é, os mesmos elementos devem pertencer a uma e não a várias categorias; c) *objetivas*, porque as características de cada categoria devem ser explicitadas sem qualquer ambiguidade de forma suficientemente clara, de modo que os diversos elementos que são selecionados dos conteúdos em análise sejam classificados nas mesmas categorias; d) *pertinentes*, pois devem manter uma estreita relação com os objetivos e com o conteúdo que está a ser classificado.

Relativamente ao momento temporal, as categorias podem ser definidas *a priori* ou *a posteriori*. No primeiro caso, as categorias são definidas antecipadamente e a análise do conteúdo permitirá detetar se as categorias estabelecidas estão ou não presentes nos documentos (Carmo e Ferreira, 1998).

Na análise efetuada aos manuais escolares deste estudo, as categorias foram definidas *a priori*, tendo por base uma adaptação de vários autores⁸². As categorias

⁸² Drouin (1987); Amador e Carneiro (1999); Palma (2005); Alves e Carvalho (2007).

dividiram-se em sub-categorias às quais foi atribuído um código⁸³, usado posteriormente nas grelhas de análise.

Segundo Carmo e Ferreira (1998), este tipo de análise poder designar-se de *procedimento exploratório*.

No Quadro 22 apresenta-se, resumidamente, uma síntese da 1ª fase do trabalho, ponto de partida para o início do estudo.

⁸³ A atribuição de códigos às variáveis facilita a leitura das grelhas de registo, aquando da análise efetuada, e o tratamento dos resultados. O código permite abreviar o nome da variável em análise. Ex. Imagem **N**ão **C**ientífica (código **NC**) ou Texto **E**xplicativo (código: **Exp**).

Quadro 21 – Lista de manuais escolares em estudo

Ano	1º ano	2º ano	3º ano	4º ano	5º ano	6º ano
92/93	M16 Novo Retintim Estudo do Meio 1º ano Ensino Básico - 1995 Arlindo Miranda; C. Figueiredo Lopes Porto Editora ISBN: 972-0-12101-7	M13 Caminhos da Nossa Terra Estudo do Meio 2º ano Ensino Básico - 1994 Manuel Ramalho Porto Editora ISBN: 972-0-12022-3 *- este manual foi adotado em 92/93 e manteve-se até 95/96	M10 Gosto de descobrir Estudo do Meio 3º ano do 1º ciclo do ensino básico - 1993 Nazaré de Castro; Isabel Coimbra; José Trigo Edições Nova Gaia ISBN: 972-712-063-6	M7 Gosto de Descobrir Estudo do Meio 4º ano 1º Ciclo do Ensino Básico - 1993 Nazaré de Castro; Isabel Coimbra; José Trigo Edições Nova Gaia ISBN: 972-712-080-6	M4 Terra Mágica 5º ano Ciências da Natureza- 1992 Catarina Rosa Peralta; Maria Beleza Calhau Porto Editora ISBN: 972-0-20605-5	M1 Vida Mágica 6º ano Ciências da Natureza - 1996 Catarina Rosa Peralta; Maria Beleza Calhau Porto Editora ISBN: 972-0-20606-3 *- este manual foi adotado em 93/94 e manteve-se até 96/97
99/00	M17 Novo Retintim 1 Estudo do Meio 1º ano de escolaridade- 1999 Arlindo Miranda; C. Figueiredo Lopes Porto Editora ISBN: 972-0-12191-2	M14 Bambi 2 – Estudo do Meio 2º Ano do Ensino Básico - 2000 Estudo do meio Ana Pinto; Maria Aurélia Carneiro Porto Editora ISBN: 972-0-12112-2	M11 Aventura no Meio 3 3º ano Ensino Básico - 2001 Conceição Dinis; Fátima Lima Porto Editora ISBN: 972-0-12183-1	M8 Novo Retintim - Estudo do Meio 4º Ano do Ensino Básico - 2000 Arlindo Miranda; C. Figueiredo Lopes Porto Editora ISBN: 972-0-12104-1	M5 Ciências 5º Ano Ciências da Natureza - 2000 Filomena Soeiro Texto Editora ISBN: 972-47-1435-7	M2 Bio Vida 6º ano Ciências da natureza - 2000 Lucinda Motta; Maria dos Anjos Viana; Emídio Isaías Porto Editora ISBN: 972-0-20646-2
06/07	M18 Clube dos Cinco Estudo do Meio 1º ano do Ensino Básico - 2007 Alberta Rocha; Carla do Lago; Manuel Linhares Texto Editores ISBN: 978-972-47-3272-5-1	M15 Trampolim 2 2º ano Estudo do Meio - 2006 Isabel Antunes Sá; Isabel Guimarães; Maria João Pinto Porto Editora ISBN: 972-0-12026-6	M12 Trampolim 3 3º ano do ensino básico Estudo do Meio - 2007 Maria José Castro; Fernando Gomes; Maria Teresa Costa Porto Editora ISBN: 978-972-0-12027-4	M9 Amiguinhos – Estudo do Meio 4º ano - 2006 Alberta Rocha; Carla do Lago; Manuel Linhares Texto Editores ISBN: 972-47-2976-1	M6 Magia da Terra 5º ano Ciências da Natureza - 2005 Catarina Rosa Peralta; Maria Beleza Calhau; Maria Fernanda de Sousa Porto Editora	M3 Magia da Vida 6ºano Ciências da Natureza - 2006 Catarina Rosa Peralta; Maria Beleza Calhau; Maria Fernanda de Sousa Porto Editora ISBN: 978-0-20662-6

Quadro 22 – Síntese da 1.ª fase do trabalho de investigação

Conteúdos relacionados, direta ou indiretamente, com os microrganismos			
Análise dos Manuais			
1.º Ciclo		2.º Ciclo	
1.º ano: Estudo do Meio 2.º ano: Estudo do Meio 3.º ano: Estudo do Meio 4.º ano: Estudo do Meio		5.º ano: Ciências da Natureza 6.º ano: Ciências da Natureza	
Porto Editora, Edições Nova Gaia, Texto Editora		Porto Editora, Texto Editora	
Parâmetros comuns de análise			
Microrganismos como parte integrante do mundo vivo (ex.: diversidade biológica, os reinos, classificação dos seres vivos)	Microrganismos e Saúde (ex.: vacinas, doenças, higiene do corpo, dos alimentos e dos espaços)	Microrganismos e Alimentos (ex.: produção, prazo de validade, transformação e conservação dos alimentos)	Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente (ex.: tratamento da poluição)
Correlação dos conteúdos dos manuais com o Currículo Nacional vigente			
1º Ciclo		2º Ciclo	
1990- Reforma educativa, programa do 1.º Ciclo do Ensino Básico 2001- Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais		1991 – Programa de Ciências da Natureza do 2.º Ciclo do Ensino Básico. 2001- Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais	

4.4. Resultados e discussão

4.4.1 Análise e discussão dos programas do 1º CEB (Estudo do Meio) e do 2º CEB (Ciências da Natureza)

A análise qualitativa aos programas e orientações curriculares em vigor foi realizada, procurando encontrar nos documentos conteúdos relacionados direta e/ou indiretamente com os microrganismos. A deteção desses conteúdos veio direccionar as secções de análise nos respetivos manuais escolares.

4.4.1.1 Relativamente ao 1.º CEB

Analisando o programa do 1.º CEB e cruzando-o com os parâmetros de análise definidos no início deste trabalho, verificou-se que esta temática não surge de forma explícita. No entanto, encontrámos uma série de momentos em que o conteúdo surge de forma implícita e com pertinência para ser abordado. Da mesma forma, no caso do 2.º

CEB, surgem alguns capítulos ou secções dedicados a esta temática. Este tipo de evidência, relacionada com a representatividade dos conteúdos (implícito/explicito), levou a que se construíssem dois tipos de grelha de análise dos manuais, distintas para o 1.º e 2.º CEB.

Fazendo uma breve síntese da análise ao programa do 1.º CEB, verificamos que:

- a) A temática relacionada com os microrganismos é abordada indiretamente apresentando-se como um conteúdo relacionado com as questões da higiene ou do ambiente;
- b) Não é feita uma referência direta aos microrganismos e estes não são caracterizados como seres vivos. A caracterização de “ser vivo” está reservada, exclusivamente, aos animais e às plantas;
- c) Efetivamente, não é referida a importância dos microrganismos para o Homem, em particular, ou para o mundo vivo, em geral;
- d) Foram identificados momentos no programa de Estudo do Meio em que é possível abordar os conteúdos relacionados com os microrganismos de forma a tornar a aprendizagem desses conteúdos mais rica e completa, plena de significado para a criança (ver Quadro 23).

4.4.1.2 Relativamente ao 2.º CEB

A análise realizada ao programa do 2.º CEB permitiu destacar dois tipos de conteúdos. Encontrámos secções dedicadas aos microrganismos e outras em que, não sendo estes referidos, abordam temáticas direta ou indiretamente relacionadas com os microrganismos. Essas duas secções foram identificadas e, para a análise de cada uma delas nos manuais, foram usadas grelhas de análise diferenciadas. Uma grelha (tipo A) em que se analisaram conteúdos específicos acerca dos microrganismos e uma outra grelha (tipo B) em que se analisaram conteúdos direta ou indiretamente relacionados com os microrganismos (grelha comum ao 1.º CEB). Esta última, teve em conta os quatro parâmetros de análise definidos *à priori* e apresentados no início deste estudo.

No Quadro 24 podemos observar as temáticas dentro do programa do 2.º CEB referentes à grelha A e à grelha B. As secções marcadas a *negrito* foram as analisadas com a grelha A, as restantes com a grelha B. Estes conteúdos foram selecionados e serviram de referência às secções dos manuais a analisar na etapa seguinte de trabalho.

Quadro 23 - Pontos do Programa do 1.º CEB onde o tema está presente de forma implícita e/ou poderia ser explorado (Adaptado de ME, 2004)

Ano	Bloco do Programa do 1.º CEB	Temáticas abordadas
1º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i> Bloco 3- <i>À descoberta do ambiente natural.</i> Ponto 1: <i>Os seres vivos do seu ambiente.</i>	Reconhecimento das normas de higiene do corpo e dos alimentos: lavar as mãos antes de comer, lavar os dentes, lavar os alimentos; o conhecimento e aplicação das normas de vigilância da sua saúde (idas periódicas ao médico, boletim individual de saúde). Manifestação da vida animal e vegetal (identificação de plantas e animais do ambiente próximo).
2º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i> Bloco 3- <i>À descoberta do ambiente natural.</i> Ponto 1: <i>Os seres vivos do seu ambiente.</i>	Hábitos de higiene diária, importância da água potável, do prazo de validade dos alimentos, higiene dos espaços de uso coletivo; reconhecimento da importância da vacinação para a saúde. Manifestação da vida animal e vegetal (identificação de plantas e animais do ambiente próximo).
3º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 3: <i>A saúde do seu corpo.</i> Ponto 4: <i>A segurança do seu corpo.</i> Bloco 3- <i>À descoberta do ambiente natural.</i> Ponto 1: <i>Os seres vivos do ambiente próximo.</i> Bloco 4- <i>À descoberta da inter-relação entre espaços.</i> Ponto 5: <i>O comércio local.</i> Bloco 5- <i>À descoberta de materiais e objetos.</i> Ponto 4: <i>Manusear objetos em situações concretas.</i> Bloco 6- <i>À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.</i> Ponto 1: <i>A agricultura e o meio.</i> Ponto 2: <i>A criação de gado no meio local.</i> Ponto 4: <i>A atividade piscatória.</i> Ponto 8: <i>As construções do meio local.</i>	Importância do ar puro para a saúde; reconhecimento de algumas regras de primeiros socorros. Realizar experiências e observar formas de reprodução nas plantas, identificar fatores do ambiente que condicionam a vida dos animais e das plantas. Comparar e classificar plantas seguindo critérios. Como se conservam os produtos alimentares, condições de armazenamento e manuseamento. Prazo de validade dos alimentos. Manuseamento do microscópio. Agricultura como fonte de matérias-primas (trigo/farinha, uvas/vinho, tomate/concentrado). Produção de laticínio e enchidos. As conservas. Importância do saneamento básico e do abastecimento de água nas populações.
4º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 1: <i>O seu corpo.</i> Ponto 2: <i>A segurança do seu corpo.</i> Bloco 5- <i>À descoberta de materiais e objetos.</i> Ponto 4: <i>Manusear objetos em situações concretas.</i> Bloco 6- <i>À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.</i> Ponto 1: <i>Principais atividades produtivas nacionais.</i> Ponto 2: <i>A qualidade do ambiente.</i>	Identificação da função protetora da pele. Conhecimento de algumas regras de primeiros socorros. Manuseamento do microscópio. Identificação de produtos da indústria portuguesa: conservas... Identificação de fatores poluentes, qualidade da água e formas de poluição dos cursos de água, desequilíbrios ambientais provocados pela atividade humana.

Em relação ao 2.º CEB, o tema surge de forma explícita e verificámos:

- a) No 5.º ano, na unidade de ensino “*Unidade na diversidade dos seres vivos*” os microrganismos são reconhecidos, pela primeira vez desde do 1.º CEB, como seres vivos. São também incluídos no sistema da classificação dos seres vivos;

- b) No 6.º ano o tema surge na unidade “*Agressões do meio e integridade do organismo – os micróbios*”, onde prevalece a ligação dos microrganismos à doença, salientando uma conotação negativa atribuída a estes seres vivos;
- c) Foram identificados momentos no programa de Ciências da Natureza do 2.º CEB em que é possível abordar os conteúdos relacionados com os microrganismos, de forma a tornar a aprendizagem desses conteúdos mais rica e completa (Ver Quadro 24).

Quadro 24 – Pontos do Programa do 2.º CEB onde o tema é abordado direta e indiretamente (Adaptado de ME, 1991).

5º ANO DE ESCOLARIDADE	
CONTEÚDOS	OBSERVAÇÕES
<p>- Onde existe vida? Primeira abordagem ao conceito de Biosfera</p> <p>UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS -A célula unidade na constituição dos seres vivos.</p> <p>- Seres unicelulares e seres pluricelulares - Classificação dos seres vivos</p>	<p>Pretende-se que os alunos conheçam a diversidade de ambientes e de seres vivos existentes na biosfera e reconheçam a existência de seres vivos nos mais variados habitats terrestres.</p> <p>Pretende-se que os alunos identifiquem a célula como unidade na constituição dos seres vivos e reconheçam a importância do microscópio como ferramenta essencial na observação de células, incluindo os seres unicelulares, comprovando assim a existência destes seres em diversos ambientes na Terra.</p> <p>Pretende-se que os alunos compreendam a importância da classificação biológica e reconheçam os seres unicelulares como parte integrante de reinos específicos à parte dos outros.</p>
<p>A ÁGUA, O AR, AS ROCHAS E O SOLO – MATERIAIS TERRESTRES – SUPORTE DE VIDA</p> <p>- A importância da água para os seres vivos - A qualidade da água - Água potável, água imprópria para consumo e processos de tratamento de água</p>	<p>Pretende-se que os alunos compreendam que os materiais terrestres, e em particular a água, são suporte de vida, reconhecendo por isso a importância dos efeitos provocados pelas atividades humanas na água, na atmosfera e no solo, atividades essas que podem levar à poluição da água, tornando-a imprópria para consumo, consequência da contaminação com vários produtos químicos, orgânicos e micróbios patogénicos.</p> <p>Pretende-se também que compreendam, de um modo geral, os métodos de tratamento da água de forma a torná-la mais despoluída e até potável.</p>
6º ANO DE ESCOLARIDADE	
CONTEÚDOS	OBSERVAÇÕES
<p>PROCESSOS VITAIS COMUNS AOS SERES VIVOS</p> <p>- TROCAS NUTRICIONAIS ENTRE O ORGANISMO E O MEIO</p> <p>Nos animais</p> <p>- Os alimentos como veículo de nutrientes - como escolher os nossos alimentos? - características do sistema digestivo em função do regime alimentar dos animais</p>	<p>- Pretende-se que os alunos compreendam que a vida dos seres é assegurada pela realização de funções específicas.</p> <p>Reconhecer a importância de fazer escolhas corretas face à alimentação, análise do rótulo de embalagens para observar o período de validade de alguns alimentos e a sua composição ao nível dos ingredientes.</p> <p>- Características do sistema digestivo em função do regime alimentar dos animais (ex.: estômago composto – ruminantes)</p>
<p>AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO</p> <p>OS MICRÓBIOS</p> <p>- Micróbios causadores de doenças - Meios de defesa contra as agressões microbianas – a prevenção da doença</p>	<p>Pretende-se que os alunos compreendam a importância do conhecimento de microrganismos causadores de doenças de modo a prevenir os seus efeitos. Observação de imagens de microrganismos patogénicos. Salientar o papel das vacinas na prevenção da doença e os cuidados a ter quando existe perigo de contágio.</p> <p>Abordagem a microrganismos úteis imprescindíveis à integridade do nosso organismo.</p>
<p>HIGIENE E PROBLEMAS SOCIAIS</p> <p>- Higiene pessoal</p> <p>- Poluição</p>	<p>Considerar certas regras de higiene (lavar os dentes depois de comer, lavar as mãos antes de comer, e depois de ir à casa de banho...). Observação e análise de informação sobre condições de higiene dos lugares habitados (escola, casa, bares, cantina, fábricas, bibliotecas) e reconhecimento da importância destes estarem em conformidade com as recomendações sanitárias legais.</p> <p>Pretende-se que os alunos conheçam as principais manifestações de poluição, tendo em vista proteger a sua saúde e a integridade do meio. Assumir uma atitude responsável pelo equilíbrio de que depende a saúde do agregado humano. Salientar que cada indivíduo pode ser um poluidor nas suas atividades quotidianas. Identificar agentes poluidores do meio.</p>

4.4.2 Análise da continuidade/descontinuidade de conteúdos relacionados com os microrganismos ao longo do 1.º e 2.º CEB

Verificámos que alguns dos temas são, de forma indireta, abordados no 1.º CEB, ou, pelo menos, com pertinência para serem explorados em determinados momentos. Relativamente à secção “*Microrganismos causadores de doenças*”, do programa do 2.º CEB, em alguns manuais do 1.º CEB (2.º ano de escolaridade), este tema surge responsabilizando alguns micróbios por doenças provenientes da poluição. No Quadro 25, podemos encontrar alguns dos momentos de continuidade/descontinuidade relativamente a conteúdos do programa do 6.º ano de escolaridade⁸⁴, relacionando-o com os outros anos de escolaridade em estudo. Essa mesma tabela apresenta uma divisão de conteúdos de acordo com a categoria de análise *conotação negativa vs conotação positiva*.

Quadro 25 – Relação de continuidade/descontinuidade entre os conteúdos do 6.º ano de escolaridade e os outros anos de escolaridade.

Secção do programa		Conteúdos	Continuidade / descontinuidade de conteúdos
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICRÓBIOS	Microrganismos prejudiciais ao Homem (conotação -)	Microrganismos causadores de doenças	Tema abordado indiretamente no 1.º e 2.º ano do 1.º CEB, sem desenvolvimento.
		Microrganismos responsáveis pela deterioração de alguns alimentos	Tema abordado indiretamente no 2.º e 3.º ano do 1.º CEB, sem desenvolvimento.
	Microrganismos úteis ao Homem (conotação +)	Microrganismos no auxílio do combate às doenças	Tema abordado indiretamente no 1.º e 2.º ano do 1.º CEB, sem desenvolvimento.
		Os microrganismos no fabrico de alimentos	Tema abordado indiretamente no 3.º e 4.º ano do 1.º CEB, sem desenvolvimento.
		Relação benéfica com outros seres vivos	Este tema só surge no 6.º ano
		Microrganismos no tratamento de águas residuais	Tema abordado no 2.º ano do 1.º CEB, sem desenvolvimento e novamente no 5.º ano, de forma mais completa.

Apesar de alguns manuais do 1.º CEB referenciam os microrganismos como “micróbios”, associados principalmente ao aparecimento da doença e à poluição, é no 5.º ano que, pela primeira vez, os microrganismos são considerados seres vivos e classificados como tal num sistema de classificação com 5 reinos.

⁸⁴ Ano de escolaridade em que o tema é mais abordado.

No Quadro 26, podemos encontrar alguns dos momentos de continuidade/descontinuidade relativamente a conteúdos do programa do 5.º ano de escolaridade.

Quadro 26 – Relação de continuidade/descontinuidade entre os conteúdos do 5.º ano de escolaridade e os outros anos de escolaridade.

Secção do programa	Conteúdos	Continuidade / descontinuidade de conteúdos
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	Seres unicelulares e seres pluricelulares	Os microrganismos são referidos ao longo do 1.º CEB como “micróbios” associados ao aparecimento de doenças e da poluição, mas sem qualquer ligação ao mundo vivo. Apenas no 5.º ano surge a primeira proposta para observação de microrganismos, apesar de no 1.º CEB ser referenciado o microscópio.
	Classificação dos seres vivos	É a primeira vez que surge este conteúdo. No 1.º CEB os micróbios são apenas referenciados vagamente e sem qualquer classificação ou associação a algum reino.

No Quadro 27 apresenta-se uma comparação geral da relação entre os conteúdos do 1.º e 2.º CEB associados aos quatro parâmetros de análise deste estudo de investigação. Nos Quadros 28 e 29 apresenta-se essa relação mais pormenorizada, referenciando os blocos programáticos associados, por parâmetro e por ano de escolaridade.

Quadro 27 – Conteúdos relacionados com os parâmetros de análise nos dois ciclos de ensino

Parâmetros de Análise	Ciclo					
	1º CEB				2º CEB	
	1ºano	2ºano	3ºano	4ºano	5ºano	6ºano
1- Microrganismos como parte constituinte do mundo vivo (ex.: diversidade biológica, os reinos e a classificação dos seres vivos)						
2- Microrganismos e saúde (ex.: vacinas, doenças, higiene do corpo, dos alimentos e dos espaços)						
3- Microrganismos e alimentos (ex.: produção, prazo de validade, transformação e conservação dos alimentos)						
4- Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente (ex.: tratamento da poluição)						

Legenda: ausente presente presença de conteúdos que permitem que o tema seja explorado

Quadro 28 – Relação entre os parâmetros de análise e a ocorrência dos conteúdos nos programas do 1.º e 2.º CEB (PARÂMETROS 1 e 2)

Parâmetros de Análise	Secção do programa do 1.º e 2.º CEB relacionada					
	1.º CEB				2.º CEB	
	1.º ano	2.º ano	3.º ano	4.º ano	5.º ano	6.º ano
<p>Microrganismos como parte integrante do mundo vivo (ex.: diversidade biológica, os reinos e classificação dos seres vivos)</p>					<p>Bloco – Unidade na diversidade dos seres vivos - Seres unicelulares e seres pluricelulares. - Classificação dos seres vivos.</p> <p>Pretende-se que os alunos reconheçam os seres unicelulares, comprovando assim a existência destes seres em diversos ambientes na Terra.</p>	<p>Bloco – Agressores do meio e integridade do organismo – os micróbios - Micróbios causadores de doenças.</p> <p>Identificação de microrganismos causadores de doença.</p>
<p>Microrganismos e saúde (ex.: vacinas, doenças, higiene do corpo, dos alimentos e dos espaços)</p>	<p>Bloco 1- À descoberta de si mesmo. Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i></p> <p>Reconhecimento das normas de higiene do corpo e dos alimentos: lavar as mãos antes de comer, lavar os dentes, lavar os alimentos; o conhecimento e aplicação das normas de vigilância da sua saúde (idas periódicas ao médico, boletim individual de saúde).</p>	<p>Bloco 1- À descoberta de si mesmo. Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i></p> <p>Hábitos de higiene diária, importância da água potável, do prazo de validade dos alimentos, higiene dos espaços de uso coletivo; reconhecimento da importância da vacinação para a saúde.</p>	<p>Bloco 1- À descoberta de si mesmo. Ponto 4: <i>A segurança do seu corpo.</i></p> <p>Reconhecimento de algumas regras de primeiros socorros.</p>	<p>Bloco 1- À descoberta de si mesmo. Ponto 1: <i>O seu corpo.</i> Ponto 2: <i>A segurança do seu corpo.</i></p> <p>Identificação da função protetora da pele. Conhecimento de algumas regras de primeiros socorros.</p>		<p>Bloco – Processos vitais comuns aos seres vivos - trocas nutricionais entre o organismo e o meio - Características do sistema digestivo em função do regime alimentar dos animais (o estômago composto dos ruminantes).</p> <p>Bloco – Agressões do meio e integridade do organismo – Os micróbios - Micróbios causadores de doenças. - Meios de defesa contra as agressões microbianas – a prevenção da doença.</p> <p>Conhecimento de</p>

						<p>microrganismos causadores de doenças de modo a prevenir os seus efeitos. O papel das vacinas na prevenção da doença e os cuidados a ter quando existe perigo de contágio.</p> <p>Bloco – Higiene e problemas sociais - Higiene pessoal. Regras de higiene, como lavar os dentes depois de comer, lavar as mão antes de comer e depois de ir à casa de banho...).</p> <p>Condições de higiene dos lugares habitados (escola, casa, bares, cantina, fábricas, bibliotecas) e importância destes estarem em conformidade com as recomendações sanitárias legais.</p>
--	--	--	--	--	--	---

Quadro 29 – Relação entre os parâmetros de análise e a ocorrência dos conteúdos nos programas do 1.º e 2.º CEB (PARÂMETROS 3 e 4).

Parâmetros de Análise	Secção do programa do 1.º e 2.º CEB relacionada					
	1.º CEB				2.º CEB	
	1.º ano	2.º ano	3.º ano	4.º ano	5.º ano	6.º ano
<p>Microrganismos e alimentos (ex.: produção, prazo de validade, transformação e conservação dos alimentos)</p>		<p>Bloco 1- À descoberta de si mesmo. Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i></p> <p>...importância do prazo de validade dos alimentos.</p>	<p>Bloco 4- À descoberta da inter-relação entre espaços. Ponto 5: <i>O comércio local.</i></p> <p>Como se conservam os produtos alimentares, condições de armazenamento e manuseamento. Prazo de validade dos alimentos.</p> <p>Bloco 6- À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade. Ponto 1: <i>A agricultura e o meio.</i> Ponto 2: <i>A criação de gado no meio local.</i> Ponto 4: <i>A atividade piscatória.</i></p> <p>Agricultura como fonte de matéria-prima (trigo/farinha, uvas/vinho, tomate/concentrado). Produção de lacticínio e enchidos. As conservas.</p>	<p>Bloco 6- À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade. Ponto 1: <i>Principais atividades produtivas nacionais.</i></p> <p>Identificação de produtos da indústria portuguesa: conservas...</p>		<p>Bloco – Processos vitais comuns aos seres vivos -trocas nutricionais entre o organismo e o meio.</p> <p>Importância da análise do rótulo de embalagens para observar o período de validade de alguns alimentos. Conservação dos alimentos.</p>

<p>Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente (ex.: tratamento da poluição)</p>			<p>Bloco 6- À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.</p> <p>Ponto 8: <i>As construções do meio local.</i></p> <p>Importância do saneamento básico e do abastecimento de água nas populações.</p>	<p>Bloco 6- À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.</p> <p>Qualidade da água e formas de poluição dos cursos de água.</p>	<p>Bloco - A água, o ar, as rochas e o solo – Materiais terrestres suporte de vida.</p> <ul style="list-style-type: none"> - A qualidade da água (água potável, água imprópria para consumo e processos de tratamento de água). - Atividades humanas que levam à poluição do solo e da água tornando-a imprópria para consumo (contaminação química, orgânica e micróbios patogénicos). - Compreensão, na generalidade, dos métodos de tratamento da água de forma a torná-la mais despoluída e até potável. 	<p>Bloco – Higiene e problemas sociais</p> <p>Principais manifestações de poluição. O ser humano como poluidor nas suas atividades quotidianas. Identificar agentes poluidores do meio.</p>
--	--	--	--	--	--	--

4.4.3 Análise e discussão dos manuais do 1.º CEB (Estudo do Meio) e do 2º CEB (Ciências da Natureza)

A análise dos manuais iniciou-se a partir do 2.º CEB, momento em que o tema surge de forma explícita. Assim, os manuais do 6.º ano foram os primeiros a ser analisados seguindo-se os do 5.º ano.

Foram analisados seis manuais, dos quais três do 6.º ano (M1, M2 e M3) e três do 5.º ano (M4, M5 e M6). Utilizaram-se duas grelhas; a grelha A que compreende uma análise quantitativa da imagem e do texto e a grelha A1 que compreende uma análise qualitativa dos conteúdos selecionados dos manuais.

Os conteúdos em análise a que se referem as grelhas A e A1 correspondem à secção do programa em que o tema é abordado diretamente, de forma explícita (Ver Quadro 24).

Relativamente à análise dos conteúdos em que o tema surge de forma implícita, foram analisados 18 manuais do 1.º ao 6.º ano (M1-M18) correspondendo aos mesmos períodos de análise. Utilizaram-se duas grelhas; a grelha B que compreende uma análise quantitativa da imagem e do texto e a grelha B1 que compreende uma análise qualitativa dos conteúdos selecionados dos manuais.

Assim, as grelhas B e B1 são grelhas transversais que analisam em comum o 1.º e o 2.º CEB relativamente ao texto e à imagem, conotação dada aos microrganismos e continuidade/descontinuidade de conteúdos, considerando sempre os quatro parâmetros definidos *a priori*.

Os conteúdos em análise, a que se referem as grelhas B e B1, correspondem a conteúdos em que o tema *microrganismos* não surge de forma explícita (Ver Quadro 10). São sim conteúdos relacionados com situações ou fenómenos em que não sendo referenciados os microrganismos, estes estão na origem dos mesmos ou contribuem de forma significativa para que aconteçam. Esta análise permite, assim, identificar momentos no 1.º e 2.º CEB em que o tema pode ser abordado.

Salienta-se que estão ausentes do Quadro 10 os conteúdos do 2.º CEB que se referem diretamente, de forma explícita, aos microrganismos. Estes foram analisados nas grelhas A e A1, específicas para os mesmos.

4.4.4 Análise e discussão dos manuais do 2.º CEB onde o tema é abordado explicitamente

Relativamente à análise das imagens e do texto dos manuais do 6.º e 5.º ano de escolaridade, descrevem-se, de seguida, os resultados encontrados, resultantes da síntese das grelhas de análise A e A1.

4.4.4.1 Resultados recolhidos da grelha A

Relativamente à análise das imagens e texto dos manuais do 6.º ano:

Considerando os três anos em estudo e o tipo de imagem, a foto surge como a mais utilizada em detrimento do desenho e do esquema (este último raramente utilizado). Ainda assim, verifica-se um ligeiro acréscimo do uso das fotos ao longo dos anos (M1:28/M3:33). Relativamente à qualidade da imagem, surgem frequentemente as imagens do tipo NC (não científica), sendo que ao longo dos anos estas foram decrescendo (M1:23/M3:12), dando lugar à imagem CI (científica incorreta) (M1:12/M3:16) e CC (científica correta), com oito ocorrências em M3.

Quanto ao tipo de legenda, predomina a explicativa em M1, denunciando uma transferência da informação do texto para a legenda das figuras. Em M2 e M3 é mais frequente a legenda descritiva, indicando o aparecimento de mais textos acompanhando a imagem; textos esses predominantemente classificados como CC (científico correto). De facto, verifica-se que relativamente ao tipo de informação textual, o texto NC dá lugar ao texto CC ao longo dos três períodos de análise (M1:1/M2:23/M3:18).

Considerando os conteúdos em análise, observamos que a maioria das imagens sob a forma de foto surge na secção *microrganismos causadores de doença*, seguido das *defesas naturais*. Essas fotos estão associadas a legendas descritivas e a qualidade da imagem é classificada em CI e/ou NC. Este facto evidencia, como podemos constatar mais à frente na análise da grelha A1, a importância dada a este conteúdo, identificando os microrganismos como seres vivos causadores de doença, reforçando a conotação negativa atribuída a estes seres vivos.

Relativamente às defesas naturais, nos manuais M1 e M2 surge uma quantidade significativa de desenhos de qualidade NC. Apenas no manual mais recente (M3) surgem imagens CC, assim como texto CC (M2 e M3).

Quanto às vacinas, os conteúdos surgem associados a desenhos e fotos sempre de carácter NC. As legendas são descritivas nos dois primeiros manuais. Apenas no manual

M3 encontramos uma legenda explicativa. Quanto ao texto associado às vacinas, este é sempre CC.

Verifica-se, assim, uma crescente melhoria da qualidade do texto ao longo dos anos, tanto na secção defesas naturais como nas vacinas.

Relativamente à análise das imagens e do texto dos manuais do 5.º ano:

De um modo geral, predominam as fotos (M4:6; M5:13; M6:7) e de qualidade CI. O manual M6 é o que apresenta mais imagens CC. Evidencia-se, assim, uma preocupação com a melhoria da qualidade da imagem entre 1992 e 2006.

Quanto ao tipo de legenda predomina a descritiva. Apenas algumas referências de legenda explicativa em M5 e M6. Relativamente à informação textual, exceto em M5, o texto é CC (M4:2 e M5:4).

Considerando os conteúdos em análise, o número de ocorrências é bastante maior na secção *seres unicelulares e seres pluricelulares*, surgindo o dobro das fotos nesta secção, comparativamente à *classificação dos seres vivos*, em que as imagens dos microrganismos apenas surgem associadas à árvore de classificação dos 5 reinos. O tipo de legenda é maioritariamente descritivo em ambos os conteúdos. A informação textual aparece predominantemente ligada à secção *seres vivos unicelulares e pluricelulares*, sendo a mesma praticamente nula na secção *classificação dos seres vivos*.

4.4.4.2 Resultados recolhidos da grelha A1

Relativamente aos manuais do 6.º ano, os conteúdos analisados corresponderam aos da secção programática *Agressões do meio e integridade do organismo – os micróbios*. Estes conteúdos foram subdivididos em duas secções: *Microrganismos prejudiciais ao Homem* – abordagem com conotação negativa face aos microrganismos e *Microrganismos úteis ao Homem e à Natureza* – abordagem com conotação positiva face aos microrganismos (Quadro 30).

Quadro 30- Conteúdos analisados no 6.º ano e classificados com conotação positiva e conotação negativa

Secção do programa		Conteúdos em análise
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS	Microorganismo prejudiciais ao Homem (-)	Microrganismos Causadores de doenças
		Microrganismos responsáveis pela deterioração de alguns alimentos
	Microorganismo úteis ao Homem e à natureza (+)	Microrganismos no auxílio no combate à doenças
		Os microrganismos no fabrico de alimentos
		Relação benéfica com outros seres vivos
		Microrganismos no tratamento de águas residuais

Para a análise dos manuais do 5º ano de escolaridade considerou-se as duas secções do programa: *seres unicelulares e seres pluricelulares e classificação dos seres vivos*. Avaliou-se a informação encontrada relativamente à conotação dada a estes seres vivos.

Em ambos os anos de escolaridade foi contabilizado o número de páginas dedicadas ao tema. O tipo de descrição na contabilização do número de páginas teve como unidade de análise o ¼ de página.

Além da contabilização das páginas foi também analisada a continuidade/descontinuidade dos temas abordados.

4.4.4.3 Relativamente ao 6.º ano de escolaridade

Na secção *microrganismos prejudiciais ao Homem* em que é destacada a conotação negativa dos microrganismos, verificamos a presença de fotos e desenhos que evidenciam alguns microrganismos responsáveis por algumas doenças nos animais, no Homem [ex.: cárie dentária, tuberculose, intoxicação alimentar (M1); o pé de atleta (M1, M2, M3)] e nos vegetais [ex.: o torrão do milho (M1, M2, M3)].

Encontramos algumas associações entre fotos de microrganismos e fotos dos respetivos animais, plantas e pessoas por eles afetados. Em todos os manuais surgem

desenhos caricaturados, com conotação negativa, de microrganismos a “atacar” o corpo humano.

Em M2 existe a referência ao facto de alguns microrganismos poderem ser transmitidos ao Homem através dos alimentos e da água, originando doenças, como gastroenterites. Os alimentos contaminados são também referidos como um modo de transmissão, podendo originar intoxicações alimentares. O ar é igualmente referenciado como via de transmissão de algumas doenças relacionadas com o sistema respiratório, por exemplo, através da fala, espirro e tosse (M2) e feridas abertas, água, ar, alimentos e contacto sexual (M3).

Ainda em M3 é referida a importância das doenças infecciosas nos vegetais, dado poderem provocar prejuízo na agricultura e afetar a disponibilidade de alimento. Além disso, são também abordados, pela primeira vez, três classes de microrganismos causadores de doenças, como as bactérias (na cárie dentária e tuberculose), os vírus (gripe, VIH e febre aftosa) e os protozoários (malária).

Ainda nesta secção, interligado com os microrganismos prejudiciais ao Homem, encontramos o conteúdo *microrganismos responsáveis pela deterioração dos alimentos*. No manual M1 e M3 encontramos fotos representativas da ação de fungos na deterioração de alguns alimentos (fruta) e surge uma proposta de atividade experimental relacionada com o tema. Em M2 não é abordado o tema.

Relativamente à secção *microrganismos úteis ao Homem e à Natureza*, é abordada a importância de alguns microrganismos na constituição das vacinas e na prevenção da doença, ajudando o Homem a combater determinadas doenças (M1, M2, M3). Em M3 são usadas imagens com caricaturas e auxílio de texto para explicar o processo de atuação das vacinas. Existe também a referência (através de fotos e texto) aos microrganismos utilizados no fabrico de medicamentos como reguladores da flora intestinal, antibióticos e vacinas (M2 e M3). Em M3 é atribuído à biotecnologia, e ao conseqüente uso dos microrganismos para a obtenção de medicamentos, um papel muito importante no auxílio do combate à doença.

Relativamente à importância dos microrganismos na produção de determinados alimentos, é feita referência do papel destes na produção do pão e do iogurte (M1, M2, M3), da cerveja (M2) e do queijo (M3). De salientar que em M3, o conteúdo é abordado de forma secundária, sendo proposta a realização de uma pesquisa para os alunos ficarem a saber mais sobre o tema. Em nenhum dos manuais o tema é mais desenvolvido, para além da atribuição da responsabilidade de alguns microrganismos no envolvimento do processo.

Na secção *relação benéfica com outros seres vivos* são referenciados (foto e texto) os microrganismos envolvidos na obtenção de azoto atmosférico em algumas plantas (M1),

assim como o facto de algumas bactérias serem bastante úteis para algumas plantas (ex. tremoceiro), pois permitem a absorção de alguns sais minerais do solo em maior quantidade.

Em M1, esta temática surge com carácter secundário, separada do texto principal, numa secção “sabias que...”, enquanto que em M2 surge no corpo principal do texto e em M3 não é abordada no manual.

De salientar que em M2 surge uma referência ao papel de alguns microrganismos na decomposição: “...São também outras bactérias as responsáveis pela decomposição das folhas, ramos e cadáveres da floresta transformando-os em sais minerais e enriquecendo o solo...” (p. 211), fazendo assim referência à importância destes seres vivos na circulação de matéria nos ecossistemas.

Relativamente ao tema *microrganismos no tratamento de águas residuais*, o tema não surge nos manuais exceto em M2, que refere (texto) a importância do papel dos microrganismos no seu tratamento: “As bactérias utilizadas em estações de tratamento de águas residuais e de resíduos sólidos urbanos transformam o lixo orgânico em matéria mineral e gás. A matéria mineral serve como adubo e o gás libertado – biogás – é uma fonte de energia” (p. 211).

Em todos os manuais do 6.º ano surge a referência que nem todos os microrganismos são patogénicos e que, para além destes, existem outros que são fator de progresso e auxiliam o ser humano.

No Quadro 31 encontra-se o número de páginas dedicado a cada temática nos manuais do 6.º ano analisados. Verifica-se que, considerando o total ao longo dos anos, o espaço onde sobressai a conotação negativa dos microrganismos é muito semelhante ao espaço onde encontramos conotação positiva (11,5 vs 11,7, respetivamente). No entanto, dentro de cada manual verifica-se uma diferença no número de páginas entre os dois tipos de abordagem. Excetuando o manual M2, tanto o M1 como o M3, apresentam mais páginas onde encontramos conotação negativa do que páginas com conotação positiva.

Quadro 31 - Número de páginas dedicado a cada temática nos manuais do 6.º ano, distribuídas pelo tipo de conotação atribuída aos microrganismos.

Secção do programa		Conteúdos	Número aproximado de páginas dedicado ao tema				
			M1	M2	M3	TOTAL ao longo dos anos	
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICRÓBIOS	Mic. prejudiciais ao Homem (-)	Microrganismos Causadores de doenças	4	1,5	2	7,5	
		Microrganismos responsáveis pela deterioração de alguns alimentos	2	0	2	4	
		TOTAL conotação negativa	6	1,5	4	11,5	
	Mic. úteis ao Homem (+)	Microrganismos no auxílio do combate às doenças	2	3	2,25	7,25	
		Os microrganismos no fabrico de alimentos	0,75	2	0,75	3,5	
		Relação benéfica com outros seres vivos	0,25	0,25	0	0,5	
		Microrganismos no tratamento de águas residuais	0	0,25	0	0,25	
			TOTAL conotação positiva	3	5,75	3	11,75

4.4.4.4 Relativamente ao 5.º ano de escolaridade

Na secção seres *unicelulares* e seres *pluricelulares*, verificamos em todos os manuais (M4, M5, M6) que, pela primeira vez, desde o 1.º CEB, os microrganismos são reconhecidos como seres vivos (unicelulares). A referência a Leeuwenhoek, como o primeiro investigador a observar microrganismos utilizando um microscópio rudimentar (construído pelo próprio), vem salientar a importância da história da ciência nesta secção. Surge uma proposta de atividade experimental simples para observação de microrganismos de uma infusão e é dedicado algum espaço para a abordagem ao microscópio, tanto ao nível da sua constituição, modo de funcionamento como o reconhecimento da sua importância para a observação de células. Exceto no manual M5, não é atribuída qualquer conotação (negativa ou positiva) aos microrganismos.

No manual M5, é feita uma referência também ao microscópio eletrónico, como ferramenta para observar microrganismos que não se conseguem observar ao microscópio ótico, como vírus, microrganismos causadores de doenças (abordagem com conotação negativa). Por outro lado, o mesmo manual faz referência a alguns microrganismos úteis ao Homem, como os que entram na produção do iogurte (conotação positiva).

Na secção *classificação dos seres vivos* o conteúdo é abordado pelos três manuais de forma muito idêntica. Os microrganismos são incluídos no sistema de classificação dos 5 reinos: nos reinos Monera e Protista. Sem mais desenvolvimento. O número de páginas dedicado a este tema é claramente inferior (uma página) comparativamente à secção *seres unicelulares e seres pluricelulares* (M4: 6,5 / M5: 6,5 / M6: 2,5).

No Quadro 32 encontra-se o número de páginas dedicado a cada temática nos manuais do 5.º ano analisados.

Quadro 32 - Número de páginas que é dedicado a cada temática nos manuais do 5º ano.

Secção do programa	Conteúdos	Número aproximado de páginas dedicado ao tema			
		M4	M5	M6	TOTAL ao longo dos anos
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	Seres unicelulares e seres pluricelulares	6,5	6,5	2,5	15,5
	Classificação dos seres vivos	1	1	1	3

4.4.5 Análise e discussão dos manuais do 1.º e do 2.º CEB onde o tema é abordado implicitamente

Considerando a análise das imagens e do texto dos manuais ao longo do 1.º e 2.º Ciclos, de acordo com os quatro parâmetros de análise e as categorias definidas, encontramos os seguintes resultados, resultantes da aplicação da grelha B.

4.4.5.1 Resultados da aplicação da grelha B

4.4.5.1.1 Relativamente ao Parâmetro 1- Microrganismos como parte constituinte do mundo vivo

Este parâmetro não foi analisado no 1.º CEB, pelo facto do tema não surgir no programa nem nos manuais. Relativamente ao 2.º Ciclo, este parâmetro foi analisado tendo em conta os conteúdos relacionados com o reconhecimento direto dos microrganismos como seres vivos. Assim, relativamente ao 5.º ano, foi analisada a parte do manual correspondente à secção do programa *Seres unicelulares e pluricelulares* e

Classificação dos seres vivos. Por sua vez, no 6.º ano, foi analisada a parte correspondente à secção do programa *Micróbios causadores de doença*.

Relativamente ao 5.º ano, as fotos são o tipo de imagem mais frequente ao longo dos três períodos de análise (6/14/8). O desenho é pouco expressivo e mantém a sua ocorrência no tempo (2/1/2). Quanto à sua função, a imagem apresenta-se principalmente como motivadora em M1 e M2 (6/6) e, a partir do ano 2000, surgem imagens metalinguísticas (M2:4 e M3:7), sendo em M3 a imagem que surge com mais frequência. O texto é sempre informativo.

Quanto ao 6.º ano, a foto é também o tipo de imagem mais utilizado ao longo dos anos (14/10/11). Em M3 chega mesmo a ser o único. Quanto à função, a imagem metalinguística é a mais frequente (11/8/6) face à motivadora (4/6/5). As imagens explicativas estão ausentes nos três manuais. O texto é maioritariamente informativo, surgindo no entanto, uma ocorrência de texto explicativo em M2.

Considerando a análise ao longo dos três períodos de análise e ao longo dos seis anos de escolaridade, verificamos que a foto é o tipo de imagem maioritariamente presente em todos os períodos (20/24/19). O desenho tem pouca frequência (3/5/2) e o esquema encontra-se ausente. As imagens apresentam-se predominantemente sob a forma metalinguística e com um ligeiro aumento na frequência ao longo do tempo (11/12/13). Com valores próximos estão as imagens com função motivadora (10/12/8). O texto é pouco frequente e quando surge apresenta função informativa. Encontramos apenas uma ocorrência com função explicativa em M2.

4.4.5.1.2 Relativamente ao Parâmetro 2 - Microrganismos e saúde

Considerando a análise por anos de escolaridade, verifica-se que em relação ao 1.º ano existe uma manutenção do número de desenhos (5/5/6), enquanto que o número de fotos aumenta no último ano (1/1/6). As imagens surgem, principalmente, com função motivadora em M16 (4), explicativa em M17 (5) e metalinguística em M18 (6).

O texto é praticamente ausente e quando surge tem função informativa.

Em relação ao 2.º ano, a imagem surge exclusivamente como desenho em M13 (17) e M14 (18), enquanto que em M15 este número divide-se entre o desenho (8) e a foto (9). Em relação à qualidade da imagem, em M13 predomina a imagem explicativa (12), enquanto que em M14 e M15 predomina a imagem motivadora (13/11). O tipo de texto ao longo dos anos deixa de ser predominantemente informativo para passar a ser explicativo.

Em relação ao 3.º ano, o desenho surge como o principal tipo de imagem, aparecendo notoriamente, mais no M11 (10) do que no M10 (3) ou no M12 (2). As imagens

associadas à temática abordada neste último período aparecem majoritariamente com função explicativa, surgindo também em M11 com função motivadora. O texto apresenta função informativa, embora em M11 surja também com função explicativa.

Em relação ao 4.º ano a maioria das imagens apresentam-se sob a forma de desenhos. Esse número vai decrescendo ao longo dos três períodos (4/4/3) e, em M9, além de desenhos predominam também as fotos (3/2). Quanto à função da imagem, verificamos que esta se apresenta majoritariamente com função motivadora, embora decresça em número ao longo dos três anos letivos (5/4/3). Em M6 surge também com função explicativa em igual número para as de função motivadora (3/3). O texto surge com função informativa e explicativa nas mesmas ocorrências.

No 5.º ano o parâmetro 2 não foi analisado, dado o tema não ser abordado neste ano de escolaridade.

No 6.º ano verificamos um aumento considerável do número de fotos relativamente ao número de desenhos (M1:15/4; M2:12/4; M3:23/1). Quanto à qualidade das imagens, tendencialmente predomina a função metalinguística (14/8/16), seguindo-se a função motivadora. Imagens com função explicativa surgem apenas em M3.

O texto surge majoritariamente informativo (2/9/9), embora as ocorrências de texto explicativo vão crescendo ao longo dos anos letivos analisados (2/4/5).

Considerando a análise ao longo dos três períodos e ao longo dos seis anos de escolaridade, verificamos que à medida que avançamos no tempo o desenho vai sendo substituído pela foto. A qualidade da imagem surge majoritariamente como motivadora, embora em 2006/2007 exista um acréscimo de imagens com função metalinguística. O número de imagens com função explicativa mantém-se ao longo dos anos. O texto surge predominantemente com função informativa, embora as ocorrências de texto com função explicativa vá crescendo ao longo dos três períodos.

4.4.5.1.3 Relativamente ao Parâmetro 3 - Microrganismos e alimentos

Este parâmetro não foi analisado no 1.º ano de escolaridade, dado não se terem encontrado conteúdos relacionados direta ou indiretamente com o tema. No 2.º ano o tema surge indiretamente nos manuais não aparecendo no entanto em M13, só apenas nos anos seguintes (M14 e M15). Ainda em relação ao 2.º ano verificamos que enquanto em M14 a imagem surge como desenho, já em M15 são substituídas por fotos (4). A imagem tem função metalinguística em M14 e explicativa em M15. O texto é sempre informativo.

Em relação ao 3.º ano, aparecem imagens exclusivamente sob a forma de desenho em M10, que dão lugar exclusivamente a fotos em M11 e M12. Nos três manuais, as imagens apresentam-se maioritariamente com função motivadora. O texto é sempre informativo.

Em relação ao 4.º ano, em M7 aparecem apenas desenhos e em M8 e M9 surgem desenhos e fotos (4/3 e 2/1, respetivamente). As imagens apresentam função motivadora em M7 e, em M8 e M9, motivadora e explicativa (3/4 e 2/1, respetivamente). O texto é praticamente informativo.

No 5.º ano este parâmetro não foi analisado, dado não se encontrarem conteúdos relacionados direta ou indiretamente com o tema.

No 6.º ano surgem apenas fotos (2/4/14). Quanto à função da imagem, apresentam-se como explicativas e metalinguísticas em M1 (1/1); exclusivamente explicativas em M2 (4) e motivadoras e metalinguísticas em M3 (11/3). O texto surge como informativo em M1 e informativo e explicativo em M2 e M3.

Considerando uma breve análise transversal e o total dos resultados ao longo dos três períodos, verificamos, então, que o desenho (16/5/2) progressivamente dá lugar à fotografia (2/18/30). A função das imagens é predominantemente motivadora (12/13/24), havendo, no entanto, um ligeiro aumento das imagens explicativas (4/8/5). O texto é maioritariamente informativo (6/9/8), embora surja texto explicativo em 1999 e 2006 (2/1).

4.4.5.1.4 Relativamente ao Parâmetro 4 - Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente

Este parâmetro não foi analisado no 1.º e no 2.º ano de escolaridade, dado não terem sido encontrados conteúdos relacionados direta ou indiretamente com o tema. No entanto, em M15, manual do 2.º ano de 2006, o tema aparece ligado à poluição, apesar deste não fazer parte do programa do 1.º CEB, para este ano de escolaridade.

Relativamente ao 3.º ano, apesar do tema estar presente no programa do 1.º CEB, não surge em nenhum dos manuais analisados.

Relativamente ao 4.º ano, a frequência com que surgem o desenho e as fotos é muito semelhante. No entanto, em M8 o desenho é substituído na totalidade pela foto (0/7). Relativamente ao tipo de imagem, em M7 e M8 predomina a imagem explicativa, enquanto que em M9 a imagem explicativa dá lugar à metalinguística (0/4). O texto surge sempre como informativo e explicativo.

Relativamente ao 5.º ano, no manual M4 as fotos surgem predominantemente sob a forma de desenho e esquema. Em M5, a fotografia é o único tipo de imagem que encontramos. Há também uma tendência para o aumento da foto ao longo dos três períodos em análise (16/15/25). O tipo de imagem é predominantemente metalinguístico em M4 (13), passando nos manuais seguintes a ser maioritariamente motivador (M5:13 e M6:14). Em relação às restantes imagens, surgem como explicativas e metalinguísticas em número claramente inferior.

O texto apresenta-se como informativo e explicativo. Surge, no entanto, mais texto explicativo nos dois últimos períodos.

Relativamente ao 6.º ano, o desenho nunca aparece nos manuais. As fotos são o tipo de imagem mais utilizado (4/1/4) e o esquema é usado nos dois primeiros períodos, não existindo no último. O texto apresenta-se como informativo e explicativo.

Considerando uma breve análise transversal e o total dos resultados ao longo dos três anos letivos, verificamos que a foto surge sempre como o tipo de imagem mais frequente, aumentando também ao longo dos anos (22/23/31). O desenho surge aqui em segundo plano (7/0/5). Em 1992, o tipo de imagem surge, em maior número, como metalinguística (17), passando a motivadora nos restantes dois anos (17/21). As imagens com função explicativa são as que menos surgem, salientando-se até um decréscimo ao longo dos anos (10/7/5). O texto é maioritariamente informativo (6/6/7), apesar de em 1999 a quantidade de texto informativo e explicativo ser muito semelhante (6/5).

4.4.5.1.5 Breve discussão dos resultados da grelha B

Considerando os resultados encontrados na análise da grelha B, verificamos que à medida que avançamos no tempo a foto vai aparecendo como o tipo preferencial de imagem utilizado. Em alguns casos, o desenho vai sendo substituído pela fotografia. Este aspeto reflete uma preocupação com a estética dos manuais.

A função da imagem varia, comparando o 1.º CEB com o 2.º CEB. Assim, as imagens do tipo motivadora e metalinguística são as que mais surgem nos manuais, em detrimento das imagens explicativas. No caso do 1.º ano de escolaridade, a grande quantidade de imagens metalinguísticas presentes deve-se, provavelmente, ao facto de nesse ano, as crianças se encontrarem no seu estado inicial de leitura, sendo as temáticas maioritariamente apresentados através da imagem, não assumindo o texto um papel relevante na apresentação dos conteúdos. Já no 2.º CEB, a elevada quantidade de imagens metalinguísticas surge por razões diferentes da anunciada anteriormente. O facto

de algumas das imagens apresentarem legendas com uma quantidade de texto significativa, pressupõe que estas vêm substituir o texto no manual, passando a informação a ser apresentada, maioritariamente, pelo texto constante nas legendas (texto descritivo ou explicativo). Este aspeto (tipo de legendas utilizado) é analisado na grelha A.

O texto apresentado nos manuais é, na grande maioria das vezes, informativo, embora a frequência do texto explicativo vá aumentando ligeiramente ao longo dos períodos analisados.

4.4.5.2 Resultados da aplicação da grelha B1⁸⁵

Relativamente à abordagem dos conteúdos, consideremos os resultados por parâmetro de análise.

4.4.5.2.1 Parâmetro 1 - Microrganismos como parte constituinte do mundo vivo

Este parâmetro não foi analisado nos manuais do 1.º CEB, dado o tema não ser abordado neste ciclo. Os microrganismos não são considerados organismos pertencentes ao mundo vivo. Este facto revela alguma incoerência no conteúdo dado que, em algumas secções nos manuais, quando são abordados temas relacionados com os outros parâmetros de análise, existem referências aos “micróbios”, associadas, principalmente, ao aparecimento de doença e à poluição.

Relativamente ao 2.º CEB, além das informações encontradas na grelha A1 podem destacar-se alguns resultados. Assim, no 5.º ano, os conteúdos relacionados com este parâmetro encontram-se dentro das unidades *a célula unidade na constituição dos seres vivos* (seres vivos unicelulares e pluricelulares) e *classificação dos seres vivos*.

Considerando a *célula unidade na constituição dos seres vivos* (seres vivos unicelulares e pluricelulares), em todos os manuais é feita uma abordagem aos seres

⁸⁵ A quantidade de informação fornecida pelas grelhas B1 é muito vasta. Efetuou-se a leitura das grelhas tendo em conta a distribuição deste parâmetro ao longo dos anos (do 1.º ano ao 6.º ano) e tentou-se identificar os conteúdos recorrentes e transversais entre os vários anos (aspeto relacionado com a importância dada ao conteúdo no programa do Ensino Básico), que se repetiam e que poderiam ser explorados na sala de aula. Este tipo de aproximação aos resultados encontrados na grelha permitiu fazer uma seleção da informação encontrada. Como o objetivo era encontrar temas/situações/momentos em que se pode introduzir de forma explícita a temática “microrganismos”, existem secções onde essa intervenção é mais oportuna do que em outras, cujos conteúdos se afastam dessa aplicabilidade prática. Este tipo de visão sobre os resultados das grelhas B1 vem afunilar as áreas de intervenção no programa e manuais, de modo a podermos atuar sobre elas de uma forma mais consistente, direta e precisa na obtenção de resultados no terreno.

unicelulares e ao microscópio como instrumento importante para a observação destes seres vivos (M4, M6). Apresentam-se propostas de uma atividade experimental: observação de microrganismos de uma infusão (M4, M5, M6) e preparações definitivas de amibas e paramécias (M6).

Nos manuais M4 e M6 não é atribuída qualquer conotação (positiva ou negativa) aos microrganismos, enquanto que em M5 é feita uma abordagem com conotação positiva, referindo que alguns microrganismos são úteis “*como os micróbios que entram no fabrico do iogurte...*” (p.137), aspeto que relaciona os microrganismos à produção de alguns tipos de alimentos.

Relativamente à *classificação dos seres vivos*, em todos os manuais o conteúdo é abordado de forma semelhante. Os microrganismos são, pela primeira vez, considerados como seres vivos e incluídos num sistema de classificação de 5 reinos, associados principalmente ao reino protista e monera.

Considerando os anos de edição dos manuais, não se verificam alterações relevantes ao longo do tempo no que diz respeito ao modo como são abordados os conteúdos. Salienta-se o manual M5 pela referência de conotação positiva aos microrganismos como já foi referido.

4.4.5.2.2 Parâmetro 2 - Microrganismos e saúde

Relativamente a este parâmetro destacam-se os conteúdos relacionados com a higiene do corpo e dos alimentos (importância de lavar as mãos, os dentes e os alimentos), no 1.º, 2.º e 6.º anos de escolaridade. É, portanto, um tema recorrente e transversal aos dois ciclos, que merece especial atenção, considerando a sua abordagem direta aos microrganismos. De facto, verifica-se que no 1.º e 2.º anos é referida a importância de lavar as mãos antes das refeições (M16 e M13), lavar os dentes depois das refeições (M16 e M13) e cuidar das unhas (M13), lavar os alimentos que se comem crus (M16 e M17). No entanto, em nenhum caso é explicada, ou referenciada, a razão pela qual as crianças devem optar por esse comportamento.

Apenas no 6.º ano (M1) é mencionado que devemos ter esses cuidados para evitar o desenvolvimento de micróbios: “*...limpar a pele, cabelos, unhas boca e dentes eliminando poeiras, secreções, micróbios e maus odores...*” (M2:233). É, assim, referida aqui pela primeira vez a eliminação dos micróbios indesejáveis como uma das finalidades da lavagem corporal.

Nos manuais do 1.º e 2.º anos surgem expressões como “*lavo o meu corpo para ter saúde*” (M14:33) ou “*para ter saúde é importante cuidar da higiene diária*” (M18:19), não

havendo referência aos micróbios ou subentendendo que a presença e a ausência de saúde está relacionada com a ausência ou presença de microrganismos, respetivamente.

A secção *algumas regras de primeiros socorros* é abordada no 3.º e 4.º anos, mas, em nenhum caso, é indicada a razão pela qual se devem desinfetar feridas aplicando desinfetantes e anticéticos.

Em alguns manuais do 1.º CEB surge a palavra “micróbio”, apesar destes seres não estarem considerados na secção dedicada aos seres vivos: “...a pele...protege o corpo dos ferimentos, poeiras e micróbios...”(M8:14) e “... a pele protege o corpo do exterior... impedindo a entrada de micróbios e impurezas...” (M9:18).

Considerando os anos de edição dos manuais, não se verificam alterações relevantes ao longo do tempo, no que diz respeito ao modo como são abordados os conteúdos.

4.4.5.2.3 Parâmetro 3 - Microrganismos e alimentos

Destacam-se os conteúdos relacionados com a importância do cumprimento dos prazos de validade dos alimentos embalados e os métodos de conservação dos alimentos. A produção de alimentos, usando microrganismos, é também um tema que está relacionado com este parâmetro. Relativamente ao prazo de validade dos alimentos, apesar desta temática estar presente no programa do 2.º, 3.º e 6.º anos de escolaridade, verifica-se que os manuais M10 e M12 (do 3.º ano) não a abordam. Este tema surge nos restantes manuais como uma advertência, de que devemos olhar sempre para o prazo de validade das embalagens, mas não é explicado em nenhum dos manuais a razão pela qual o devemos fazer.

Relativamente à conservação dos alimentos, apesar de no 1.º CEB se abordarem as conservas, relacionando-as principalmente com a produtividade nacional no setor da agricultura e das pescas, assim como a distribuição desta indústria pelo país, somente no 6.º ano é explicada a razão pela qual os alimentos devem ser conservados. São dados, inclusive, alguns exemplos desses métodos: “para evitar que os micróbios se desenvolvam nos diversos alimentos, recorre-se a processos de conservação que variam com o alimento a conservar.” (M1:39) e em alguns casos especifica-se a ação de cada método de conservação: “...em calda de açúcar: ...porque muitos micróbios não conseguem viver em ambientes açucarados... em vinagre o ambiente ácido também é impróprio para o desenvolvimento dos micróbios” (M1:39).

Ainda no 6.º ano é feita referência à falta de higiene na confeção e conservação de alimentos, como fator propício ao desenvolvimento de micróbios (M1) e que os alimentos

podem ser alterados por ação de fatores como a luz, a humidade e os micróbios, e, por isso, devem ser consumidos de imediato ou ser submetidos a um processo de conservação (M2).

Relativamente à produção de alimentos em que os microrganismos são protagonistas, embora o tema não seja explícito no 1.º CEB verifica-se que no 3.º ano são referidos que alguns alimentos surgem da transformação de produtos, apesar de os microrganismos nunca serem abordados como intervenientes no processo de produção do queijo e do iogurte, por exemplo.

Apesar de constarem no programa as secções relacionadas com o prazo de validade, métodos de conservação dos alimentos e a produção de lacticínios e conservas, verifica-se que em M10 estes temas não são referidos.

Ao longo dos anos em estudo, desde 1992 até 2007, verifica-se que, tendencialmente, as informações acerca deste parâmetro vão sendo gradualmente mais completas. Por exemplo, no que diz respeito à importância dada ao prazo de validade dos alimentos e aos processos de conservação dos alimentos, no manual M3 são referenciados os nomes dos processos de conservação industriais modernos como a *esterilização*, o *vácuo*, a *desidratação*, *pasteurização* e *ultrapasteurização*, processos esses não referenciados nos outros manuais.

Este parâmetro não surge nos manuais nem no programa do 5.º ano de escolaridade.

4.4.5.2.4 Parâmetro 4 – *Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente*

Dos conteúdos relacionados com este parâmetro destacam-se a qualidade, tratamento e poluição da água.

Relativamente ao 1.º CEB, em particular no 1.º e 2.º anos de escolaridade, não surgem temáticas no programa nem nos manuais em que se possa (direta ou indiretamente) estabelecer uma ligação com o parâmetro em estudo.

No programa do 1.º CEB (3.º ano) surge a secção *Importância do saneamento básico e do abastecimento de águas às populações*, mas os conteúdos dedicados a esta temática encontram-se ausentes em todos os manuais analisados (M10, M11 e M12).

Esta temática surge, assim, apenas no 4.º, 5.º e 6.º anos de escolaridade (apesar de estar referenciada no programa do 3.º ano).

No 4.º ano, na secção *Qualidade da água e formas de poluição dos cursos de água* salienta-se o papel do Homem como poluidor dos cursos de água e que se devem promover ações como “...o tratamento de esgotos e a instalação de filtros nas fábricas”

(M7:112). Em M8 chega a referir-se que o Homem pode vir a ser afetado se se alimentar de peixes que sofreram contaminação em águas poluídas. Mais uma vez, surge num manual do 1.º CEB (4.º ano) a palavra “micróbios”, neste caso como causadores da poluição da água: “*Os agentes ou causas da poluição podem ser: seres vivos como, por exemplo, os micróbios...*” (M7:115). Além da referência à palavra “micróbios”, considera-se também que são seres vivos, surgindo, inclusive, uma imagem de um desenho de micróbios vistos ao microscópio (M7:15). Este aspeto, mais uma vez, denuncia uma ideia incompleta relativamente à abordagem dos seres vivos no 1.º CEB, uma vez que na secção do programa que aborda os seres vivos, esta ser unicamente direcionada para os *animais e as plantas*.

No 5.º ano o tema surge com maior frequência. É feita a abordagem à água potável como “*própria para beber, incolor; de sabor agradável; ... e não contém micróbios*” (M7:171); “*...a água potável e a água mineral não têm micróbios prejudiciais à saúde*” (M5:166) e à água imprópria para consumo: a água salobra e inquinada.

Em 1992, é referido que a água imprópria também se chama salobra, “*...imprópria para beber pois contém uma quantidade excessiva de substâncias dissolvidas*” (M4:171); nos manuais de 2000 e 2007, por sua vez, a água imprópria é classificada como salobra e inquinada: “*...água que contém micróbios causadores de doenças*” (M5:165) ou, de uma forma mais completa, “*...contém micróbios ou outros seres que provocam doenças*” (M6:164).

Todos os manuais do 5.º ano abordam atividades humanas que libertam substâncias responsáveis pela poluição da água, como lixo sólido, detergentes, resíduos industriais, produtos petrolíferos, pesticidas, produtos orgânicos diversos (esgotos domésticos, resíduos vindos de lagares de azeite, matadouros, etc.) e produtos usados na agricultura.

Em M5 e M6, ao contrário do M4, são referidos ainda os perigos das infiltrações de alguns dos resíduos no solo que, podendo atingir alguma profundidade, podem contaminar reservas de água subterrâneas.

Apesar do tratamento da água poluída e dos esgotos (realizado na ETAR) surgir nos manuais do 1.º CEB, em nenhum caso o tema é desenvolvido, nem abordado o papel dos microrganismos no funcionamento das ETAR. Apenas no 2.º CEB esse tema é abordado (ver Anexo III - grelha A1).

Relativamente ao conteúdo relacionado com o tema *ambiente*, para além dos aspetos já analisados na grelha A1, em M2 é referido que existem alguns micróbios no ambiente que são capazes por si só degradar poluentes que são lançados ao ambiente, referindo-se aqui o conceito de biodegradável: “*...alguns poluentes são biodegradáveis,*

isto é, os organismos que existem no meio ambiente onde são lançados esses poluentes são capazes de os transformar em matéria mineral como, por exemplo as fezes e os restos dos animais” (M2:245). Embora esta atribuição seja redutora, pois aponta para “organismos” de uma forma mais generalizada e não “microrganismos”, é introduzido aqui o conceito de biodegradável. Este tipo de abordagem - com uma conotação positiva em relação a estes seres - não é referenciada em M1 e em M3.

4.4.5.2.5 Breve discussão dos resultados obtidos na grelha B1

Analisando os resultados encontrados verificamos que:

Os microrganismos, ao nível do 1.º CEB, não são abordados e, conseqüentemente, não são considerados como pertencentes ao mundo vivo. A ausência desta temática no programa do 1.º CEB implica que, naturalmente, o tema não surja estruturado nos respetivos manuais escolares.

Encontram-se, no entanto, abordagens aos “micróbios” em alguns manuais do 1.º CEB, associados, com conotação negativa, ao aparecimento de doença e à poluição. O aparecimento da palavra “micróbios” surge sem que estes seres sejam considerados seres vivos. Deste modo, encontramos-nos perante uma situação que denuncia alguma incoerência no conteúdo pois, por um lado são referidos os “micróbios” nos manuais (e responsabilizados por alguns fenómenos) mas, por outro, não se explica, em momento algum o que são.

Outro aspeto que se salienta é o facto de no 1.º e 2.º anos de escolaridade ser referida a importância de lavar as mãos, antes das refeições, lavar os dentes depois das refeições, e cuidar das unhas, lavar os alimentos que se comem crus sem, no entanto, em nenhum caso, ser explicada ou referenciada a razão pela qual as crianças devem optar por esse comportamento. Sendo esta temática abordada no 1.º CEB, é somente referenciada no 6.º ano, pela primeira vez, a eliminação dos micróbios indesejáveis como uma das finalidades da lavagem corporal. O mesmo se pode dizer da secção referente aos primeiros socorros, em que nos 3.º e 4.º anos eles são abordados, mas em nenhum caso é indicada a razão pela qual se devem desinfetar feridas aplicando desinfetantes e anticéticos.

Relativamente aos alimentos, o seu prazo de validade, apesar de ser uma temática que se encontra referenciada no programa do 2.º, 3.º e 6.º anos de escolaridade, nenhum dos manuais do 3.º ano analisados abordam a temática, sugerindo uma desvalorização deste tema neste ano de escolaridade. Para além disso, quando o tema surge nos manuais, é referido como uma advertência de que devemos olhar sempre para o prazo de validade das embalagens, contudo, não é explicada, em nenhum dos manuais, a razão

pela qual o devemos fazer. Relativamente à necessidade de preservação e conservação dos alimentos, só no 6.º ano é explicada a razão de alguns procedimentos e métodos de preservação/conservação de alimentos.

Em relação à produção de alimentos, em que os microrganismos são protagonistas, o tema não é explícito no 1.º CEB. É, no entanto, abordada a transformação de alguns produtos em alimentos, como o queijo, o iogurte, o pão, sem se referenciarem os microrganismos como intervenientes no processo de transformação. Essa explicação surge apenas no 6.º ano de escolaridade.

Apesar do tratamento dos esgotos surgir nos manuais do 1.º CEB, em nenhum caso é desenvolvido o tema nem se aborda o papel dos microrganismos no funcionamento das ETAR, sendo este aspeto abordado apenas no 2.º CEB.

4.5 Conclusão (Fase 1)

Relativamente à primeira parte do trabalho, verificamos que foram identificadas secções em que os microrganismos são abordados direta ou indiretamente. Relativamente ao 1.º CEB, os resultados permitiram-nos constatar que os microrganismos não são abordados e, conseqüentemente, não são considerados como pertencentes ao mundo vivo. A abordagem ao conceito de ser vivo, referenciado em todos os manuais, trata de um conceito reservado apenas para os animais e para as plantas, apresentando-se, desta forma, uma definição redutora e incompleta. Neste sentido, esta falha sugere uma incoerência no conteúdo, uma vez que a palavra “micróbio” surge nos manuais escolares, apesar de uma forma vaga e sem qualquer desenvolvimento.

A ausência desta temática no programa do 1.º CEB implica que o tema não surja estruturado nos respetivos manuais escolares. Nos momentos, raros, em que os microrganismos são referenciados (apenas em alguns manuais escolares e nunca no programa), surgem em contextos em que são exclusivamente relacionados com a doença e a poluição, sempre de forma negativa. Este facto oculta às crianças deste nível de ensino o conhecimento dos benefícios de alguns microrganismos que, aliada à forte influência dos *media* na atribuição de referências negativas, poderá levar ao enraizamento de concepções, com uma vincada conotação negativa. Parece-nos preocupante, do ponto de vista pedagógico, que esta abordagem (quando existe), se apresente de forma incompleta, ou mesmo incorreta, enquadrando-se, assim, como um obstáculo da aprendizagem.

Este aspeto é reforçado no 2.º CEB, em que o tema surge nos programas e manuais de forma explícita, no entanto, com uma clara distinção dada à conotação

negativa, ficando, para segundo plano, os aspetos relacionados com o papel benéfico e importante dos microrganismos na natureza; por exemplo, como protagonistas no ciclo da matéria, na produção de alimentos, e outros produtos industriais, e contributo para o ambiente no combate à poluição.

Outro aspeto que pode concluir-se relativamente a esta primeira fase do trabalho é que tendo em conta os parâmetros de análise e os programas curriculares estudados, o tema não é abordado de forma continuada ao longo dos anos de escolaridade/ciclos de ensino. Existem momentos na linha do tempo em que os conteúdos deixam de ser abordados (abordagem direta) ou deixa de haver conteúdos que permitiriam a abordagem dos microrganismos (abordagem indireta).

Identificaram-se, no entanto, secções nos programas do 1.º e 2.º CEB onde os microrganismos poderiam ser abordados, no sentido de promover um ensino coerente e completo no que diz respeito a esta temática. Nessas secções, o tema pode ser explorado pela abordagem aos microrganismos. Pensamos que o reconhecimento, por parte das crianças, da existência dos microrganismos como seres vivos, tanto na sua vertente negativa, (ex.: cuidados de higiene do corpo, dos alimentos e dos espaços, aparecimento de doença, degradação dos alimentos), como na sua vertente positiva (ex.: valorização dos microrganismos como seres vivos reconhecendo o seu papel na produção de alguns alimentos familiares à criança, combate à poluição e combate à doença), numa abordagem iniciada logo a partir do 1.º CEB, dotaria as crianças de um melhor conhecimento para lidar com várias situações do quotidiano. Por exemplo, ao reconhecerem as razões pelas quais devem lavar as mãos/dentes/alimentos, devem colocar certos alimentos no frigorífico, devem ser vacinadas, ou devem desinfetar uma ferida, saberão, de um modo mais profundo, o significado da adoção de tais comportamentos. O não reconhecimento destes aspetos leva a que muitos desses comportamentos sejam vistos como ações de obediência a uma ordem, ou aconselhamento, comunicado por um adulto. O reconhecimento de que que alguns microrganismos são úteis ao Homem, estão presentes no seu quotidiano e fazem parte da biodiversidade, são também aspetos importantes na abordagem aos microrganismos, todos eles com um papel importante no contributo para o aumento da literacia científica das crianças.

Deste modo, é importante que se promovam metodologias que contribuam para uma melhor compreensão de como a microbiologia pode ser iniciada ao nível do 1.º CEB.

Em resposta a esta problemática, foram realizadas a segunda e terceira parte deste estudo de investigação.

CAPÍTULO 5 - FASE 2: LEVANTAMENTO DAS CONCEÇÕES ALTERNATIVAS SOBRE OS MICRORGANISMOS

5.1 Enquadramento teórico

5.1.1 As concepções alternativas

O conhecimento do meio físico que nos rodeia é imprescindível para a percepção do espaço em que vivemos e os fenómenos que nele ocorrem. Segundo Pereira (1992), o facto de estarmos constantemente a explicar, categorizar, ordenar conhecimentos para que façam sentido, leva-nos a realizar uma construção ativa do conhecimento, embora de uma forma simples, que nos permite compreender o mundo que nos rodeia e os seus fenómenos que nele acontecem. Apesar dessas noções serem vagas e dispersas, têm um significado próprio para o indivíduo. Esse conhecimento é bastante importante na nossa formação pessoal e influencia claramente alguns dos nossos comportamentos que, de uma forma ou de outra, afetam a nossa vida.

Algum desse conhecimento vai sendo adquirido através do senso comum e do contacto direto com os objetos e as situações. Nas crianças em particular, e de uma forma mais marcante, esse fenómeno ocorre constantemente. Tendo em conta a faixa etária das crianças do 1.º Ciclo do Ensino Básico, é consensual que o pensamento da criança está fortemente ligado à ação sobre os objetos concretos. Assim, as crianças aprendem fazendo, descobrindo, manipulando os objetos. As ideias que trazem para a sala de aula, construídas pelas próprias através de uma aprendizagem informal e de uma construção pela interpretação dos estímulos que recebem do meio envolvente, podem ser um obstáculo à aprendizagem.

Assim, as crianças, mesmo antes de qualquer aprendizagem escolar, constroem crenças e convicções acerca do mundo que as rodeia que, na maioria dos casos, diferem das dos cientistas. Desenvolvem estratégias para obterem explicações sobre o como e o porquê dos fenómenos muito antes da ciência lhes ser formalmente ensinada. Tais crenças são resistentes à mudança, e as intervenções metodológicas, ditas mais clássicas, são ineficazes na quebra de tal resistência (Osborne e Freyberg, 1991; Caballer e Giménez, 1993).

As ideias que as crianças têm acerca de conceitos, fenómenos ou eventos não são necessariamente coincidentes com os aceites do ponto de vista científico. Estas ideias

muitas vezes derivam das suas experiências do dia a dia não tendo origem no ensino formal (Driver, 1989; Osborne e Freyberg, 1991; Shepardson, 2002). Verifica-se, de facto, que as crianças começam a desenvolver conceitos sobre fenómenos naturais anteriormente ao ensino formal e entram na escola já com explicações individuais e compreensões sobre conceitos científicos. As teorias pessoais mantidas pelas crianças sobressaem à medida que elas tentam compreender e explicar as experiências com que são confrontadas no seu dia a dia. Estas teorias podem ou não ser coincidentes com as explicações científicas atuais, podendo, por isso, mostrar resistência à mudança. No entanto, a pesquisa tem demonstrado que os alunos podem guardar conceitos intuitivos e originais em simultâneo com conceitos científicos novos (Hewson e Hewson, 1992; Scott, 1992; Strike e Posner, 1985; Duit e Treagust, 2003).

Segundo Pozo e Carretero (1987), as concepções espontâneas aparecem em várias áreas e têm as seguintes características:

- a) surgem de um modo natural na mente da criança como consequência da sua interação quotidiana com o mundo que a rodeia;
- b) são construções pessoais do aluno, produto da sua atividade intelectual pessoal;
- c) são cientificamente incorretas, restringe a sua observação aos aspetos superficiais;
- d) podem ser implícitas e muitas vezes os alunos não têm consciência de que as possuem;
- e) podem ser incoerentes ou contraditórias entre si, sobretudo quando a criança é mais nova e não é capaz de verbalizá-las;
- f) são resistentes à mudança, relacionam-se entre si e organizam-se adotando a forma de estruturas hierárquicas.

As concepções alternativas são um dos muitos problemas com que se depara, hoje em dia, o ensino das ciências. Não só porque os alunos muitas vezes não as revelam, apesar de as terem, mas também porque certas concepções têm um elevado grau de resistência⁸⁶ (Pozo e Carretero, 1987). Neste sentido, Helm e Novak (1983) referem que estas concepções não são facilmente modificadas. À medida que o novo conhecimento é

⁸⁶ As pessoas têm a tendência a não desistir de uma hipótese quando acreditam que está correta, mesmo que lhes sejam mostrados exemplos que evidenciem que está errada (Pozo e Carretero, 1987). Considerando que muitas crenças e convicções que as crianças apresentam serem, na sua grande parte, adquiridas durante a socialização primária, compreende-se a resistência das mesmas. Duarte (1999) refere que a convergência de resultados, evidenciando que um grande número de estudantes apresenta ideias relativamente aos mais diversos conteúdos científicos que, sendo diferentes das ideias científicas veiculadas pela escola, mostram uma persistência desconcertante ao longo de diferentes graus de ensino, levou a que nas últimas décadas a investigação na problemática das concepções alternativas tivesse sofrido um enorme incremento, o que levou à publicação de muitas centenas de estudos sobre esta problemática.

adquirido por aprendizagem significativa, os conceitos presentes na estrutura cognitiva vão sofrendo uma diferenciação progressiva. Quando os significados de dois conceitos aparecem relacionados de uma maneira nova e significativa produz-se uma reconciliação integradora entre os conteúdos, adquirindo-se assim um novo significado conceptual que serve para integrar o significado de dois ou mais conceitos.

Driver (1989) defende ainda que as novas ideias são assimiladas num esquema mental existente ou podem ser acomodadas através da criação de novos esquemas. Isto pode causar uma certa dissonância cognitiva se as novas ideias, cientificamente corretas, não são consistentes com o esquema existente na estrutura cognitiva do aluno, e assim este podem apresentar resistência em aceitá-las. Quando as novas ideias são aceites e são estabelecidas novas conexões entre elas e as ideias existentes, a aprendizagem ocorre, alargando e tornando mais sofisticado o modelo mental do aluno, apesar deste processo poder demorar um tempo considerável e, de acordo com Piaget (1929), ser dependente da idade.

Um dos princípios da visão construtivista da aprendizagem é que as crianças não se envolvem numa situação de aprendizagem com a “cabeça vazia” e que as experiências do dia a dia influenciam a sua aprendizagem (Driver, 1989; Glasersfeld, 2007).

No que diz respeito às ideias acerca dos microrganismos, segundo Byrne (2011), é evidente que algumas crianças, em grupos de idade distintos⁸⁷, apresentam ideias que se afastam do que é cientificamente aceite. O facto de algumas crianças de 14 anos apresentarem conceitos bastante simplistas sobre aspetos particulares dos microrganismos, e tendo em conta que estes alunos já tiveram uma abordagem acerca deste tema no ensino formal, sugere que algum conhecimento está intrincado na sua mente e é altamente estável. Estas ideias alternativas parecem assim difíceis de mudar e mantêm-se retidas mesmo após o ensino formal, para além de que são muitas vezes usadas para explicar conceitos que indicam uma visão do senso comum por parte das crianças. Estes resultados podem influenciar implicações futuras no ensino sobre microbiologia, dado que conceitos particulares podem aparecer não relacionados com os seus próprios modelos mentais. Nestas circunstâncias, as crianças podem preferir reter as ideias que tinham antes, fazendo com que a mudança conceptual dificilmente ocorra, devido a uma falta de dissonância cognitiva (Driver, 1993) ou insatisfação com o seu próprio modelo (Strike e Posner, 1982).

Este aspeto poderá levar a refletir que o facto deste tema não estar definido no currículo formal poderá predispor o aluno a uma resistência conceptual no que diz respeito

⁸⁷ Byrne (2011) no seu estudo sobre as ideias acerca dos microrganismos, utilizou crianças de 3 grupos etários distintos.

a estes conteúdos. Perante esta “confusão mental”, as crianças optam por manter o modelo cognitivo prévio.

5.1.1.1 A origem das ideias espontâneas das crianças

Segundo Khatete (1995), as concepções podem ser originadas pelas experiências do seu dia a dia, contexto de educação formal na escola ou por ambas. No entanto as ideias das crianças, a linguagem, a tradição, a influência do meio cultural, o senso comum e alguns mitos são fatores que influenciam a compreensão conceptual em crianças.

Vários autores (Carrascosa, 2005; Pozo e Crespo, 2006, Martins et al., 2006), consideram também que as concepções alternativas podem ter diversas origens mas destacam-se três domínios principais: as de *origem sensorial*, *origem cultural* e *origem escolar*. Assim temos as concepções de:

Origem sensorial – estas ideias surgem com o objetivo de dar significado às experiências físicas do quotidiano e baseiam-se, essencialmente, em regras de inferência causal aplicadas aos dados recolhidos mediante processos sensoriais e percetivos do tipo causal como por exemplo, vários tipos de relações entre causa e efeito. Baseia-se em regras que, normalmente, funcionam de forma repetitiva, inconsciente e têm uma natureza implícita;

Origem cultural – justifica as representações sociais ligadas ao ambiente sócio-cultural próximo do aluno as crenças socialmente induzidas sobre factos e fenómenos acabam por ter uma influência maior que o ensino formal. É o caso particular da informação transmitida pela comunicação social, a qual desempenha na nossa sociedade um importante meio de difusão de certas concepções alternativas, a publicidade ou linguagem comum do quotidiano, que difere da linguagem científica.

Origem escolar – algumas ideias têm a sua génese no próprio processo de ensino, através de apresentações deformadas ou simplificadas de certos conceitos, as quais conduzem a uma compreensão, errada ou desviada dos alunos, quer pelo professor quer pelo manual escolar. Por vezes, estas ideias refletem também “erros” didáticos na forma como se abordam os saberes científicos. Martins et al. (2006) salientam que (...) *os manuais escolares são também veículos de muitas concepções alternativas. A não clarificação da diferença epistemológica entre o conhecimento científico e o conhecimento do senso comum (sensorial e social) faz com que os alunos transmitam atributos do domínio sensorial para o domínio conceptual* (p.30).

Relativamente à origem das concepções das crianças em relação aos microrganismos, Byrne e Sharp (2006), referem que as ideias prévias vêm de fontes

alternativas como conhecimento do senso comum, televisão, material didático de educação para a saúde e não da experiência direta com estes seres vivos. No estudo que realizaram acerca das representações das crianças relativamente aos microrganismos, verificou que os alunos de 7 anos apontaram principalmente a casa e a família, especialmente os pais, como a sua maior influência. Os alunos de 14 anos mencionaram mais a TV e outro tipo de *media* (revistas, CD/DVD e Internet).

Segundo Jones e Rua (2006), o primeiro contacto que as crianças têm com informações acerca dos microrganismos são as imagens e informações transmitidas pelos media. Relativamente a bactérias e vírus, a maioria dos alunos mais novos não têm experiências anteriores ou imagens como fotos tiradas ao microscópio ou mesmo ilustrações de microrganismos quando lhes pedimos para os desenharem. As únicas imagens são as alojadas na sua mente, e que lhes foram transmitidas pelos *media*. As crianças tentam assim associar o que ouvem na televisão e nos anúncios publicitários à aprendizagem promovida pela escola. Muitas vezes esta ligação não leva a uma compreensão completa acerca do assunto não sendo surpreendente que estudantes e (até) adultos manifestem ideias com conotação negativa predominante⁸⁸.

5.1.1.2 Mudança conceptual

A existência da "ciência dos alunos" tem-se ignorado e na maior parte dos casos é inadequadamente considerada. É muito raro encontrar orientações curriculares que expliquem aos professores as ideias prováveis que os seus alunos têm, assim como o modo como poderiam ser modificadas (Osborne, 1991). Torna-se, então, necessário conhecer as ideias prévias dos alunos, de modo a compreendê-las, a valorizá-las e a determinar as relações necessárias entre aquilo que se vai ensinar e o que o aluno já sabe para que, numa fase posterior, sejam usadas as metodologias mais apropriadas para o ensino (Ausubel, 1968; Pereira, 1992).

Simultaneamente, grande parte do insucesso escolar pode estar na origem do desconhecimento que o professor tem das ideias prévias que os alunos trazem para a sala de aula (Osborne, 1991). Pozo e Carretero (1987) indica que as concepções espontâneas que as crianças apresentam quando integram o ensino básico constituem obstáculos na compreensão dos textos científicos e devem ser considerados pelos professores de ciências naturais no ensino de conteúdos nas salas de aula.

⁸⁸ Apesar de alguma informação obtida através dos media ser baseada em informação científica, muitas vezes não se adequa com o conhecimento existente na base de conhecimento do aluno (Jones e Rua (2006)).

O professor tem de adotar então metodologias que motivem os alunos e os levem a aceitar os novos conceitos na sua estrutura cognitiva. Para isso, terá de promover um *choque* entre os conceitos antigos e os novos que se pretendem lecionar. Deste modo, o professor estará a promover uma aprendizagem por troca conceptual, ou mudança conceptual⁸⁹.

Segundo Chi et al. (1994), a mudança conceptual é definida como uma aprendizagem que muda algumas concepções existentes. Parte do princípio que já temos uma noção do que vamos aprender. O sentido que damos a um conceito é determinado pela categoria à qual está ligado esse mesmo conceito. Deste modo, a mudança conceptual ocorre quando muda a categoria onde se encontra o conceito.

Para o modelo de mudança conceptual, conhecer e aprender não consistem no preenchimento de um vazio do saber, mas sim na substituição de uma multiplicidade de representações que, apesar de evidenciarem grande estabilidade, são mutáveis. Este modelo, põe de parte a ideia de que o aluno chega à sala de aula de “cabeça vazia”, assim como a ideia de que o aluno iniciou uma cadeia de conhecimentos que vai crescendo por aquisições sucessivas, isto é, por simples justaposição de informações (Santos, 1991).

Segundo Duit e Treagust (2003) a abordagem à mudança conceptual envolve a pesquisa inicial, por parte do professor, das ideias alternativas relativas ao conteúdo a ensinar (muitas vezes não coincidentes com os conceitos científicos corretos), e promover a insatisfação nos alunos ao apresentar as ideias corretas, contrastando-as com as ideias iniciais. No entanto, não existem estudos que demonstrem que as ideias prévias erradas sejam completamente extintas e substituídas na totalidade pelo conhecimento científico correto. Alguns estudos (ex.: Chinn e Brewer, 1993) demonstraram que há ideias que permanecem no pensamento dos alunos em determinados contextos, levando a pensar que o melhor que se consegue alcançar é uma *mudança conceptual periférica*, em que a nova ideia que surge após a mudança conceptual contém parte da ideia anterior e parte da ideia nova, formando uma espécie de ideia *híbrida* (Gilbert, et al., 1982; Jung, 1993).

Pelo que foi referido, para que ocorra assim uma *mudança conceptual*, a aprendizagem deverá ser significativa, ou seja, não se pode fazer por acumulação de informação, mas sim, por troca conceptual, mediante uma atividade racional idêntica à que ocorre no processo científico.

⁸⁹ Um modo eficaz de ensinar ciências é, de facto, descobrir o que o aluno sabe e, a partir daí, introduzir os conceitos pretendidos por troca conceptual. Para tal, o professor terá de desenvolver estratégias e metodologias que provoquem uma situação de conflito na estrutura cognitiva do aluno, uma situação de insatisfação, com o objetivo de fazer com que o aluno abandone um conceito incorreto e passe a aceitar outro diferente, mais correto (Pereira, 1992).

Segundo Duarte (1999), associados a uma perspectiva construtivista da aprendizagem, diversos autores propõem modelos de ensino para fomentar a mudança conceptual, ou a mudança conceptual e metodológica, na sala de aula. Embora existam diferenças consideráveis no seu desenvolvimento, todos coincidem na defesa de aspetos essenciais a serem observados, nomeadamente: a) Necessidade de dar oportunidade a que os alunos possam explicitar as suas ideias alternativas, tomando consciência delas; b) Necessidade de criar situações que possibilitem a génese do conflito cognitivo e a sua resolução; c) Dar oportunidade à aplicação das novas ideias apreendidas.

A mesma autora acrescenta, contudo, que a mudança conceptual pode ser o resultado de fatores muito complexos. Neste sentido, muitos autores especificam condições para que esta possa ser viabilizada e/ou facilitada.

Assim, um modelo bastante conhecido de mudança conceptual na educação em ciências é o elaborado por Posner et al. (1982), revisto por Hewson (1996); Hewson e Hewson (1988, 1992), Strike e Posner (1985, 1992) e aplicado na sala de aula por Hennessey (1993).

Segundo Posner et al. (1982), para haver mudança conceptual é necessário que ocorram os seguintes aspetos:

a) *O aluno deve sentir-se insatisfeito com as ideias prévias que apresenta.* Esta condição assenta no pressuposto de que os alunos não realizarão mudanças radicais enquanto acreditarem na funcionalidade de outras menos radicais;

b) *A nova conceção deve ser inteligível.* O aluno necessita de compreender o modo como a nova conceção pode estruturar as experiências anteriores;

c) *A nova conceção deve apresentar-se como plausível, verosímil.* Deve ter a capacidade de resolver os problemas não resolvidos pelas conceções anteriores. Aqui a plausibilidade é considerada como o resultado da coerência dos novos conceitos com outros conhecimentos;

d) *A nova conceção deve ser útil.* Deve oferecer a possibilidade de se abrir novas possibilidades de exploração e proporcionar novos pontos de vista ao aluno. A nova conceção deve resolver os problemas criados pela conceção anterior e explicar novos conhecimentos e experiências.

Os professores estão a ensinar ciências sempre que ajudam os alunos a investigar e a explorar ideias; procurar e desenvolver explicações que sejam inteligíveis e úteis para eles em relação ao mundo natural e tecnológico com que se enfrentam quotidianamente; ampliar a sua experiência tendo em conta a ciência e tecnologia; interessar-se pelas explicações dos outros acerca do como e do porquê das coisas, como são e como se

chegou a essas explicações. No entanto, torna-se difícil para o professor decidir qual o momento exato e a idade certa para serem introduzidos nos alunos determinado tema científico ou orientá-los segundo uma determinada perspectiva. Há que ter em conta a maturação cognitiva e a sua experiência prévia (Osborne, 1991).

5.1.1.3 Estratégias de acesso às ideias das crianças durante o processo de ensino-aprendizagem

As crianças adquirirem uma compreensão baseada no senso comum acerca do seu ambiente imediato e dos seus fenómenos baseados em experiências do seu dia a dia. Devido ao facto dessas experiências estarem muitas vezes ligadas à cultura (Halldén, 1999) e serem emocionalmente estimuladas (Pintrich et al., 1993), à medida que avançam na idade, mais complexo se torna o processo de mudança conceptual.

As teorias mais relevantes veem este processo como uma construção. Assim, a deteção das conceções e a tentativa de mudá-las deverá ser mais eficaz, quanto mais cedo estas forem detetadas. De acordo com Martins (2006) essa identificação é um passo crucial no desenvolvimento de atividades que permitam reestruturar essas ideias de acordo com as visões cientificamente aceites.

Vários autores apresentam estratégias de acesso a essas ideias prévias. O uso de variadas estratégias pode ajudar-nos a criar modelos que representem os conceitos existentes na estrutura cognitiva da criança.

Sá (1996), indica um conjunto de estratégias que o professor poderá usar no decurso do processo de ensino-aprendizagem, para identificar e explorar as ideias dos alunos: a) interpelar os alunos com questões; b) ouvir os alunos nas discussões de grupo e nas discussões intergrupos; c) observar os alunos durante as suas ações; d) ouvir os alunos quando confrontados com as evidências; e) pedir aos alunos que desenhem ou escrevam o que pensam. Não sendo mutuamente exclusivas, essas estratégias podem ser utilizadas no processo de identificação das ideias das crianças sobre uma determinada situação ou conteúdo de ensino.

Durante a aplicação dessas estratégias (individualmente ou em conjunto), as crianças tendem a exteriorizar representações mentais ou modelos explicativos acerca de vários conceitos, que se podem aproximar ou estar bastante afastados do conceito científico correto. Buckley e Boulter (2000) referem-se a esses modelos como modelos *expressos*⁹⁰ ou *explícitos* acerca de um conceito, fenómeno ou acontecimento, e definem-

⁹⁰ Do inglês *expressed model*.

os como uma representação exterior de um modelo mental ao qual se pode aceder através duma variedade de métodos, incluindo o desenho, a escrita e o discurso oral. Estes autores referem que analisando um modelo explícito pode permitir uma análise ao interior do indivíduo, ou verificar como este conceptualiza um acontecimento, fenómeno ou conceito e, assim, esclarecer a informação sobre o conhecimento e compreensão que esse indivíduo tem acerca desse conceito.

Para Gilbert e Boulter (1998), estes modelos mentais são imagens do indivíduo, ideias pessoais ou representações internas sobre um fenómeno particular, conjunto de ideias ou conceitos. Johnson-Laird (1983) considera-os representações dinâmicas; nunca estão completos, e continuam a aumentar e a melhorar à medida que uma nova informação é adicionada.

O modelo mental pode fornecer uma indicação sobre o que um indivíduo compreende acerca de um conceito, num período de tempo particular, e incluir o seu conhecimento, assim como as suas crenças, sobre o conceito. O estudo de modelos mentais tornou-se importante na educação em ciências como uma via para ajudar a compreender o processo de aprendizagem e, em particular, a representação da natureza do conhecimento (Greca e Moreira, 2000).

Uma vez que o investigador utilizou neste estudo o desenho como um método de deteção das ideias alternativas acerca dos microrganismos, apresentadas pelas crianças, dar-se-á uma importância acrescida a autores e estudos que reforçam a importância dessa metodologia como uma via de acesso aos modelos mentais e representações apresentados pelas crianças.

Assim, Reiss et al. (2002) sugerem que os desenhos podem representar um modelo explícito de um fenómeno particular, o qual é apresentado ao domínio público. Considerando que esses modelos estão relacionados com os modelos mentais (às representações pessoais e cognitivas) eles fornecem um guia bastante útil em relação às ideias das crianças, concentrando uma grande quantidade de dados com alguma facilidade, e ajudam a entender as representações das crianças, sobretudo quando conjugado com outros métodos de pesquisa (Hayes et al., 1994; Reiss et al., 2002).

5.1.1.3.1 O desenho

Vários estudos já demonstraram que as crianças, em particular, conseguem mais facilmente expressar as suas crenças ou pensamentos sobre tópicos de ciências através do uso de desenhos (Williams et al., 1989; Hayes et al., 1994; Piko e Bak, 2006; Barbosa-Lima e Carvalho, 2008; Ehrlén, 2009; Sylla et al., 2009; Byrne, et al., 2009; Byrne, 2011).

Goodman (1976), defende que uma representação pictórica é um sistema convencional de símbolos que se situa ao mesmo nível que a descrição verbal. No mesmo sentido, Vygotsky (1985) considera o desenho como uma fase preliminar da escrita. Salienta que as crianças não estando ainda preparadas para se expressarem através da escrita, usam o desenho para expressarem os seus sentimentos. Vygotsky (1997) defende ainda que enquanto a escrita não oferece segurança para refletir o pensamento desejado, a criança usa o desenho como meio mais eficiente para exprimir o pensamento. Então, em cada período do desenvolvimento infantil, a imaginação atuará consoante a escala do seu desenvolvimento⁹¹.

O desenho permite às crianças representarem os seus pensamentos, sentimentos e a interpretação das suas experiências vividas ou imaginadas. As crianças desenharam tudo o que faz parte das suas experiências e o que está relacionado com a sua perceção. Deste modo, os seus desenhos são o resultado de uma profunda ligação com o que sentem e são dotados de um grande significado na sua mente⁹² (Luquet, 1987; Vygostky, 1997).

Segundo Novaes e Neves (2004), o desenho infantil é composto por fases, etapas ou estágios. Qualquer que seja a nomenclatura usada para definir o desenho infantil, este evolui conforme o crescimento da criança dentro do seu processo e desenvolvimento humano. Do mesmo modo, Lowenfeld e Brittain (1977) referem que através da compreensão da forma como a criança desenha, e dos métodos que usa para retratar o seu meio, podemos penetrar no seu comportamento e apreciar o modo como ela cresce e se desenvolve.

Desde há várias décadas, muitos autores se dedicaram ao estudo do desenho infantil, salientam-se, no entanto, os trabalhos realizados por Lowenfeld e Brittain (1977) e Luquet (1987).

A obra de Luquet (1987) é considerada uma fonte clássica sobre o desenho infantil e é a este autor que se deve o primeiro estudo notável sobre o tema. Durante os anos 20, este autor definiu a evolução do desenho na criança segundo quatro etapas, relacionadas com faixas etárias: o *realismo fortuito* (dos 2 aos 3 anos e meio); o *realismo falhado* (dos 3 aos 5 anos), o *realismo intelectual* (dos 5 aos 9 anos) e o *realismo visual* (dos 9 aos 10 anos).

⁹¹ À medida que a criança vai chegando à adolescência e conseqüentemente dominando melhor a escrita, a sua vontade ou necessidade de desenhar para expressar as suas ideias, imaginação e conhecimento relativamente a algo, vai decrescendo (Vygostky, 1997).

⁹² Da mesma forma, Ferreira (1998) refere que a criança desenha para significar o seu pensamento, a sua imaginação o seu conhecimento, criando um modo simbólico de objetivação do seu pensamento.

Na década de quarenta, Lowenfeld e Brittain (1977), desenvolveram estudos sobre a expressão plástica infantil e concluíram que o desenvolvimento gráfico decorria ao longo de determinados níveis etários das crianças, em seis estádios: o *estádio da garatuja* (entre os 2 e os 4 anos); o *estádio pré-esquemático* (dos 4 aos 7 anos); o *estádio esquemático* (dos 7 aos 9 anos); o *estádio do realismo* (dos 9 aos 12 anos); o *estádio pseudo-naturalista* (dos 12 aos 14 anos) e o *estádio da arte do adolescente* (dos 14 aos 17 anos). Relativamente aos diferentes estádios do desenvolvimento gráfico descritos, os autores consideram difícil perceber onde uma etapa termina e a outra tem início, já que o desenvolvimento desse processo é contínuo. Outro aspeto a considerar é que as diferenças individuais da criança devem ser levadas em conta, ou seja, nem todas as crianças passam de uma fase para outra com a mesma idade e da mesma forma.

Considerando as idades das crianças envolvidas neste estudo (9-12 anos), far-se-á uma breve caracterização das fases correspondentes a essas idades⁹³. A etapa do *realismo visual* de Luquet (1987) e o *estádio do realismo* de Lowenfeld e Brittain (1977).

Assim, a etapa do *realismo visual* de Luquet (1987) é caracterizada pelo facto da criança desenhar mais o que vê e não tanto o que pensa. Há uma representação visual que a criança tem do objeto. A transparência é substituída pela opacidade e suprimem-se os pormenores não visíveis ao objeto. O rebatimento é substituído pela perspetiva. Começa a desenhar a três dimensões e quanto mais afastados estão os objetos mais pequenos são. Assim como, quanto mais próximos, maiores são. Por vezes existe substituição de aspetos ligados ao realismo visual pelo realismo intelectual (ex.: os objetos que aparentemente aparecem no desenho e que não estariam visíveis – como o conteúdo de um saco de compras). Neste estádio, os objetos passam a ser representados com essa nova construção, a perspetiva, e os detalhes agora têm por finalidade particularizar as formas que antes eram genéricas.

Relativamente ao *estádio do realismo* de Lowenfeld e Brittain (1977), ainda existe muita simbolização nos desenhos, mas a criança apresenta uma maior consciência a seu respeito, projetando-os nas suas produções. Se, antes a criança tinha prazer em realizar desenhos livres, mostrá-los e explicá-los aos outros, nesse estádio, prefere ocultá-los da observação dos adultos, justamente pela consciência que tem de si e do seu ambiente natural, gerando uma autocrítica que não se manifestava antes.

⁹³ Para mais informações relativamente às características das outras etapas (relativas às restantes faixas etárias), consultar as obras de Lowenfeld e Brittain (1977) e Luquet (1987).

5.1.2 Modelos de concepções sobre os microrganismos

Se pretendemos usar os desenhos para saber as concepções das crianças sobre um determinado assunto, precisamos de saber como as crianças representam as suas concepções nesses desenhos (Ehrlén, 2009). Analisemos alguns estudos relativamente ao levantamento de concepções acerca dos microrganismos.

Williams et al. (1989), solicitaram às crianças do seu estudo que desenhassem a imagem de um microrganismo e escrevessem algo acerca desse ser⁹⁴. Byrne (2011) adotou a mesma técnica, tendo posteriormente realizado uma análise quantitativa dos desenhos com categorização *à posteriori*, examinando e reexaminando-os. Foi efetuada posteriormente uma análise quantitativa das diferentes categorias, obtendo-se as frequências e percentagens ocorridas de cada categoria. Para além desta análise aos desenhos, Byrne, et al. (2009) pediram às crianças que escrevessem tudo o que sabiam acerca dos microrganismos numa atividade de “brainstorming”.

A conjugação de várias técnicas de acesso às ideias das crianças sobre os microrganismos, no sentido de definir o modelo mental que as crianças apresentam em diferentes idades acerca deles e identificar a natureza da compreensão das crianças sobre o tema, permitiu a Byrne (2011) elaborar três modelos⁹⁵ para explicar três níveis de compreensão dos microrganismos: *modelo emergente*, *modelo transitório* e *modelo ampliado*. A análise da presença de cada um destes modelos veio também ajudar a desenvolver uma visão da progressão das ideias ao longo de três grupos de idades.

Segundo Byrne (2011), um modelo explícito permite uma clarificação do modelo mental do indivíduo, no entanto, à medida que este experencia a aprendizagem direta ou indireta, as percepções do fenómeno alteram, mudando o modelo mental, ou alterando deste modo o modelo explícito inicial⁹⁶.

⁹⁴ Método também usado pelo investigador deste estudo nos questionários da 2ª e 3ª fase (levantamento de concepções alternativas acerca dos microrganismos).

⁹⁵ Do inglês: “Emergent model”, “Transitional model”, “Extended model”

⁹⁶ De acordo com Byrne (2011), estes modelos oferecem uma apresentação das ideias que as crianças apresentam acerca dos microrganismos nos grupos etários investigados. Contudo, os modelos mentais são considerados como ideias pessoais dos indivíduos. Qualquer modelo oferece uma generalização e qualquer indivíduo em particular pode ter uma imagem subtilmente diferente das apresentadas nestes modelos e algumas das ideias podem não ser incluídas nos modelos generalizados. Contudo os modelos apresentados aqui foram formados com base em dados empíricos sobre as representações dos microrganismos que as crianças apresentaram neste estudo. Essas representações podem ser vistas como quadros de conhecimento acerca dos microrganismos. Como os modelos podem divulgar representações mentais das crianças sobre os microrganismos, eles são potencialmente úteis no uso como ferramentas para os investigadores que desenvolvem os currículos, nomeadamente no que diz respeito à definição de conteúdos curriculares assim como para os professores quando planificam sequências de ensino acerca deste conteúdo.

Os Quadros 33, 34 e 35 representam uma adaptação dos modelos criados e utilizados por Byrne (2011), onde se definem as características das ideias das crianças sobre os microrganismos, de acordo com os temas estudados e com três níveis crescentes de conhecimento.

Quadro 33 - Modelo mental generalizado das ideias das crianças acerca dos microrganismos – Itens: Morfologia / Tamanho e Escala / Vivo-Não Vivo (Adaptado de Byrne, 2011).

Tema	Modelo		
	Emergente	Transitório	Ampliado
Morfologia - aspecto exterior e características /conotação	Pequenos animais, normalmente invertebrados e muitas vezes antropomorfizados ou com características humanas, com forma geométrica ou abstrata. Aparência antropomórfica podendo ilustrar um aspecto malicioso.	Célula amorfa ou célula vegetal / animal reconhecível. Pode ter itens externos reconhecíveis, como por exemplo cílios.	Células isoladas, algumas reconhecidas como células bacterianas. Podem ter itens externos como cílios ou flagelos.
Tamanho e escala	Pequeno. Tamanho natural/real não compreendido. Tamanho por vezes relacionado com a virulência (quanto mais virulento, maior é o microrganismo).	Pequeno/microscópico. Tamanho explicado usando objetos do dia a dia ou vocabulário específico como ponto de referência.	Microscópico. Requer ampliação para serem vistos. Tamanho muitas vezes referido em medidas corretas, mas não necessariamente compreendido.
Ser vivo / não vivo	Não vivo / possivelmente vivo	Vivo, evidência baseada em processos normalmente observados nos seres vivos, como o movimento e a reprodução. Ideias antropocêntricas, evidenciando o mal que os microrganismos causam nos humanos.	Vivo. Presença de estruturas celulares / organelos como prova de serem vivos.

Quadro 34 - Modelo mental generalizado das ideias das crianças acerca dos microrganismos – Itens: Doença, saúde e higiene (doença e infecção) / Ecologia (localização / decomposição) (Adaptado de Byrne, 2011).

Tema	Modelo		
	Emergente	Transitório	Ampliado
Doença, saúde e higiene (Doença e infecção)	<p>Todos os microrganismos são potencialmente patogênicos e altamente infecciosos, especialmente para os humanos. Os níveis de virulência não são diferenciados. A doença é uma reação espontânea à presença de microrganismos. Ideias contraditórias sobre os diferentes modos de transmissão de doença que existem.</p>	<p>Nem todos os microrganismos são patogênicos. Microrganismos causam doenças, especialmente em humanos. Níveis de virulência não são reconhecidos. Modos de infecção são focados na transmissão humana. Existem ideias contraditórias sobre os modos de infecção</p>	<p>Nem todas as doenças são causadas por microrganismos. Alguns são patogênicos. Os sintomas de doença são o resultado da resposta imunitária à atividade microbiana. Focalizados na doença humana. Níveis de virulência podem ser reconhecidos. Conhecem vários modos de infecção apesar de ainda existirem ideias contraditórias acerca deste assunto.</p>
Ecologia (Localização)	<p>Microrganismos estão associados com sujeidade, espaços com falta de higiene, animais e são perigosos para os humanos. Os microrganismos exibem vontade própria e emoções acerca da sua localização</p>	<p>Os microrganismos podem ser encontrados em todo o lado mas especialmente associados ao corpo humano, sendo potencialmente perigosos. Os microrganismos exibem vontade própria e emoções acerca da sua localização</p>	<p>Os microrganismos podem ser encontrados em todo do lado.</p>
Ecologia (Decomposição)	<p>A decomposição é o resultado da idade (tempo) de uma substância ou de condições físicas. As substâncias que se decompõem (comida, composto, esgotos) são perigosas, especialmente para os humanos e podem causar doença devido à presença de microrganismos. As substâncias em decomposição tornam-se “más”, mudam fisicamente e podem eventualmente desaparecer. Todas as formas de decomposição são vistas de forma negativa e o papel positivo dos microrganismos na decomposição não é reconhecido</p>	<p>Os microrganismos são associados com as substâncias em decomposição. A decomposição é associada a substâncias que são “comidas”. A matéria em decomposição (comida, composto ou esgoto) pode pôr em causa a saúde humana devido à presença de microrganismos. Algumas formas de decomposição são vistas de forma negativa. As substâncias em decomposição alteram-se fisicamente e eventualmente podem desaparecer, mas algumas são duras demais para serem decompostas. O solo é o local final das substâncias que se decompõem.</p>	<p>A decomposição requer uma combinação entre fenômenos ambientais e físicos para o crescimento microbiano. As substâncias em decomposição podem alterar-se e eventualmente desaparecer. A decomposição pode ser benéfica como processo de limpeza na natureza ou como fornecedora de nutrientes ao solo.</p>

Quadro 35 - Modelo mental generalizado das ideias das crianças acerca dos microrganismos – Itens: Aplicações tecnológicas – Alimentos / Medicina / Ambiente (Adaptado de Byrne, 2011).

Tema	Modelo		
	Emergente	Transitório	Ampliado
Aplicações tecnológicas (Alimentos)	Os microrganismos não podem ser usados para fazer alimentos porque eles são perigosos (para o ser humano).	Os microrganismos são usados para produzirem alguns alimentos. A levedura é o microrganismo universal usado na produção de alimentos.	Algumas atividades metabólicas permitem aos microrganismos serem usados na produção de alimentos.
Aplicações tecnológicas (Saúde)	As vacinas e os antibióticos são agentes antimicrobianos e matam microrganismos patogênicos. Curam doenças humanas causadas por microrganismos.	Os microrganismos são usados para produzir vacinas e antibióticos. As vacinas e os antibióticos contêm microrganismos “bons” e lutam contra ou matam microrganismos “maus” que causam doença ao ser humano. As vacinas ajudam a prevenir infecções posteriores.	Os microrganismos são usados para produzir vacinas e antibióticos. Mortos, atenuados, menos patogênicos, os microrganismos são usados nas vacinas para prevenir doenças. A imunidade adquirida é resultado da vacinação. Os antibióticos não são responsáveis pela cura de uma infecção viral.
Aplicações tecnológicas (Ambiente)	Microrganismos são perigosos para os humanos e não são benéficos para os humanos. Pilhas de compostagem e esgotos são perigosos devido à presença de micróbios e serem uma ameaça para a saúde humana.	Os microrganismos podem ser úteis para decompor a matéria e para fornecer nutrientes ao solo. O composto e os esgotos são usados pelos microrganismos como um meio onde crescem e se multiplicam. As pilhas de compostagem e os esgotos são assim uma fonte de perigo para os humanos devido ao elevado número de microrganismos aí presentes.	Microrganismos decompõem a matéria orgânica e ajudam o ambiente, atuando como “limpadores”, na purificação da água e na remoção de “lixo orgânico”.

Os modelos para cada tema representam diferentes níveis de sofisticação na compreensão conceptual. A progressão é definida como uma mudança gradual desde um nível de pensamento para outro. Considerando as ideias das crianças e a sua aprendizagem, este aspeto pode ser visto sob uma perspectiva construtivista, pois à medida que o número de ideias aumenta ou vão sendo assimiladas, novas ideias amadurecem num modelo mental, aprofundando a compreensão conceptual (Piaget, 1929; Johnson-Laird, 1983).

Os resultados obtidos por Byrne (2011) indicam que os *modelos ampliados* são mais frequentemente apresentados por alunos de 11 e 14 anos relativamente a um grande número de temas relacionados com os microrganismos, indicando que a progressão ocorre para algumas crianças entre os 7 e os 11 anos em relação a estes conceitos.

Considerando que a faixa entre os 7 e os 11 anos corresponde, em grande parte, ao intervalo de idades dos alunos do 1.º CEB, torna-se evidente a importância em desenvolver esta temática nestas idades e explorar as ideias das crianças, ajudando-as a uma melhor compreensão do tema⁹⁷.

Byrne (2011) verificou ainda que algumas crianças apresentam modelos mais sofisticados, o que pode indicar a ocorrência de mudança conceptual e assim a progressão das duas ideias. Mas, verifica-se que essa progressão é muito ténue depois dos 11 anos de idade em alguns temas como a *doença*, *decomposição* e *aplicações tecnológicas*, em que estão envolvidos os microrganismos⁹⁸.

Apesar da progressão se verificar mais em idades entre os 7 e os 11 anos, verifica-se que algumas das crianças mais novas apresentam ideias mais elaboradas, semelhantes às dos colegas mais velhos. Confirma-se, assim, que o *modelo ampliado* é raro em todas as classes de idades, sugerindo que a reestruturação de ideias (Carey, 1985) é difícil de realizar à medida que as crianças retêm as ideias prévias, evitando, desta forma, uma dissonância cognitiva⁹⁹ (Driver, 1989). Nestas circunstâncias a mudança conceptual é pouco provável que ocorra (Driver, 1993).

Estes resultados indicam que a progressão não ocorre simplesmente como o resultado da idade, maturidade ou experiência educacional de um modo linear e que a aprendizagem não é, na sua generalidade, tão simplista (Driver, 1993; Harlen, 2000).

5.1.3 As percepções das crianças sobre os microrganismos

A pesquisa relativamente às ideias das crianças acerca de vários temas na área da biologia está bem documentada na literatura¹⁰⁰, no entanto, no que diz respeito às ideias

⁹⁷ Este aspeto reforça a pertinência em incluir esta temática no programa e manuais do 1.º CEB. Dado ser neste intervalo de idades que mais “ganhos” se verificam para que ocorra a “evolução” para um modelo mental mais elaborado acerca dos microrganismos.

⁹⁸ Este aspeto contraria os estudos de Carey (1985) e Piaget (1929) que defendem que a compreensão dos fenómenos biológicos aumenta com a idade.

⁹⁹ Refere-se ao conflito entre duas ideias, crenças ou opiniões incompatíveis. Como esse conflito geralmente é desconfortável os indivíduos procuram acrescentar “elementos de consonância”, mudar uma das crenças, ou as duas, para torna-las mais compatíveis (Driver, 1989).

¹⁰⁰ Existem pesquisas bem documentadas acerca do conhecimento das crianças sobre fenómenos científicos (Driver et al., 1994; Osborne e Freyberg, 1991), e tem sido feito algum trabalho em relação ao facto de como as crianças conceptualizam diferentes fenómenos biológicos; por exemplo o crescimento (Russel e Watt, 1990), processos realizados por seres vivos (Osborne et al., 1992), ecologia (Leach et al., 1992, 1996), aplicações tecnológicas envolvendo microrganismos (Bazile, 1994; Simonneaux, 2000; Byrne e Sharp, 2006) ou o papel dos microrganismos na manutenção do equilíbrio ambiental (Leach et al., 1996).

que as crianças apresentam relativamente aos microrganismos está pouco representada (Byrne e Sharp, 2006; Jones e Rua, 2006). Existem, ainda assim, vários trabalhos, principalmente estudos internacionais, que constituem um excelente contributo para esta área. Destacam-se Nagy (1953), Maxted (1984), Vasquez (1985), Prout (1985), Bazile (1994), Leach et al. (1996), Kalish (1996a, 1996b, 1997, 1999), Au et al. (1999), Au e Romo (1996); Simonneaux (2000), Inagaki e Hatano (1993, 2002), Byrne e Sharp (2006), Jones e Rua (2006), Byrne et al. (2009), Byrne e Grace (2010), Byrne (2011). Estes estudos demonstram que as ideias das crianças (e de alguns adultos) acerca dos microrganismos são muitas vezes incompletas e desviam-se do conhecimento científico.

Os estudos foram realizados com crianças de diferentes idades, e com adultos, em vários países¹⁰¹, tendo recorrido a diversas técnicas para a deteção das suas ideias acerca dos microrganismos¹⁰².

Em Portugal, a investigação nesta área é quase inexistente. Destacamos trabalhos como o de Freitas (1989), Martins (2011) e, ainda, outros de antigos cursos de CESE¹⁰³, do Instituto de Estudos da Criança da Universidade do Minho.

Confirma-se, nestes estudos, que as crianças usam frequentemente antropomorfismos e ideias antropocêntricas para explicar as suas ideias sobre os microrganismos (Jones e Rua, 2006; Byrne et al., 2009).

Segundo Kallery e Psillos (2004), o antropomorfismo atribui características humanas, físicas e mentais, por exemplo emoção e motivação, a outros seres vivos e objetos inanimados. O antropocentrismo, por outro lado, considera que os seres humanos são o centro do universo e que qualquer experiência ou compreensão é interpretado exclusivamente através de uma perspetiva humana.

¹⁰¹ Nagy (1953) estudou a representação dos microrganismos em crianças britânicas com idades entre os 8 e os 11 anos, e crianças americanas entre os 5 e os 7 anos. Jones e Rua (2006) estudaram crianças de 5, 8 e 11 anos e Byrne e Sharp (2006), Byrne et al. (2009) e Byrne (2011), crianças de 7, 11 e 14 anos. Outros investigadores estudaram grupos de crianças mais velhas: crianças inglesas entre os 12 e os 13 anos (Maxted, 1984); crianças francesas entre os 12 e os 15 anos (Vasquez, 1985), crianças inglesas de 15 anos (Prout, 1985); crianças francesas entre os 15 e os 16 anos (Simonneaux, 2000); crianças norte-americanas entre os 11 e os 17 anos (Jones e Rua, 2006) e adultos: jovens adultos franceses entre os 18 e os 25 anos (René e Guilbert, 1994); trabalhadores franceses da indústria agroalimentar (Bazile, 1994); professores do ensino básico e secundário e profissionais de saúde norte americanos (Jones e Rua, 2006).

¹⁰² Os métodos utilizados para a recolha das ideias prévias foram variados. Simonneaux e Maxted usaram a entrevista; Nagy solicitou às crianças que desenhassem os microrganismos; Jones e Rua aplicaram ambas as técnicas. Contudo, dada a variedade de objetivos e terminologia utilizada em cada estudo levaram ao aparecimento de dificuldades na comparação de resultados entre os estudos. No sentido de obter uma compreensão mais precisa e abrangente das ideias dos alunos sobre os microrganismos, Byrne (2011), no seu estudo com crianças dos 7 aos 14 anos, usou um leque variado de instrumentos e métodos, recolhendo dados que promoveram um estudo mais aprofundado no que respeita ao conhecimento nesta área.

¹⁰³ Alguns exemplos: Mesquita (1995); Costa (1995); Sousa (1995); Silva (1997, 1999) e Mendanha (1999).

Harrison e Treagust (2000) defendem que o uso de antropomorfismo é uma ferramenta pedagógica que permite aos estudantes darem explicações usando o “familiar” e, de acordo com Bentley e Watts (1992), o uso de antropomorfismos nas aulas pode ajudar a “humanizar” o currículo das ciências, tornando-o mais acessível às crianças e aumentando a sua empatia pelos tópicos científicos (Zohar e Ginossar, 1998). Alguns autores defendem, assim, que o uso de antropomorfismos, como um modo natural das crianças expressarem as suas ideias, parece ser um facilitador da sua aprendizagem, promovendo-a (Tamir e Zohar, 1991; Zohar e Ginossar, 1998; Kattman, 2008).

As ideias antropomórficas são frequentemente usadas por professores e alunos para exprimirem o que pensam sobre fenómenos biológicos (Deadman e Kelly, 1978; Jungwirth, 1979; Tamir et al. 1981; Kallery e Psillos, 2004; Kattmann, 2008)¹⁰⁴. Assim, os antropomorfismos fazem parte das experiências humanas e não podem ser nem devem ser evitados (Kattman, 2008; Zohar e Ginossar, 1998). Essas experiências são na sua maioria formuladas muito cedo na infância e, desta forma, as crianças mais novas, intuitivamente, usam vias antropomórficas para explicar as suas ideias (Inagaki e Hatano, 1987), podendo essas vias ser retidas e mantidas na idade adulta (Brumby, 1982). De qualquer forma, essas ideias tendem a reduzir com a idade, à medida que as crianças vão ganhando maturidade sobre temas relacionados com a biologia. Por volta dos 10 anos, as crianças já conseguem distinguir entre ideias antropomórficas e ideias científicas (Carey, 1985; Friedler et al., 1993).

De acordo com Byrne e Sharp (2006)¹⁰⁵, Byrne et al. (2009) e Byrne (2011), apresentam-se, de seguida, as concepções mais comuns, sobre os microrganismos, encontradas em crianças, tendo em consideração os itens a) morfologia, b) estado vivo/não vivo, c) tamanho, d) localização, e) relação com a saúde/doença, f) aplicações tecnológicas (alimentos, medicina), g) ambiente.

¹⁰⁴ No entanto, os benefícios do uso de ideias antropomórficas no ensino é criticado por alguns autores que consideram problemático o uso continuado de antropomorfismos no ensino, defendendo que podem levar ao aparecimento de concepções alternativas (Jungwirth, 1975; Tamir e Zohar, 1991).

¹⁰⁵ Byrne e Sharp (2006) estudaram crianças em três grupos de idades diferentes (7, 11 e 14 anos). Foi realizada uma entrevista individual com uma duração aproximada de 30 minutos, com base num guião de entrevista com questões chave. Todas as entrevistas foram gravadas e transcritas. Em cada entrevista foi adotado um multimétodo. Assim, as crianças foram solicitadas a responder a questões fechadas e abertas; foi ouvida a sua reação a determinadas imagens-chave temáticas (ex.: pêssego bolorento; iogurte, pessoa a espirrar) e fotografias (cerveja, pão, antibiótico, ETAR, pessoa com manchas na pele, entre outras) e solicitadas a produzirem desenhos. Os aspetos estudados relacionados com os microrganismos foram a aparência, estrutura, tamanho, localização e atividade. Este método múltiplo permitiu uma triangulação metodológica, ajudando assim a explicar melhor e de forma mais completa as ideias das crianças sobre os microrganismos.

5.1.3.1 Quanto à morfologia

Nestes estudos, verifica-se que as crianças e estudantes de todas as idades apresentam ideias alternativas em relação à morfologia dos microrganismos (Byrne, 2011). Os microrganismos são muitas vezes imaginados como mini-versões de animais, como escaravelhos ou minhocas e, em muito casos, com características animais antropomorfizadas, com cabeça, expressões faciais e membros (ex.: braços e mãos) (Nagy, 1953; Maxted, 1984; Vasquez, 1985; Simonneaux, 2000; Jones e Rua, 2006; Byrne et al., 2009). Contudo, estas representações variam com a idade sendo mais frequentes nas crianças mais novas. De acordo com Nagy (1953) e Vasquez (1985), os alunos que consideram os microrganismos como animais tendem a referenciá-los como insetos. Assim, de um modo geral, as crianças consideram os microrganismos como seres vivos muito pequenos e tendem a relacioná-los com espécies animais que lhes são familiares.

Jones e Rua (2006) identificaram em desenhos de crianças, de 8 e 11 anos, três associações distintas: germes, animais semelhantes a insetos ou cenários associados a lixo. Verificaram que apesar das figuras abstratas tenderam a desaparecer com a idade, as representações animais permaneceram.

Byrne e Grace (2010) verificaram algo semelhante no seu estudo. As ideias antropomórficas em relação aos microrganismos decresceram com a idade. Todavia, constataram que um grupo de crianças mais velhas mantinha estas mesmas ideias, indicando que este tipo de concepções apresenta alguma resistência ao longo dos anos.

Byrne e Sharp (2006), no seu estudo com crianças de 7, 11 e 14 anos, verificaram que um maior número de crianças de 7 anos desenhou micróbios com aspeto animal e antropomorfizado, em comparação com as crianças de 11 e 14 anos. Contudo, de uma avaliação global de todos os desenhos, concluiu-se que a grande maioria das crianças considera os micróbios como “mini-monstros” ou animais. Assim, os autores reforçam que o facto de as crianças mais velhas manterem estas representações, mesmo após a abordagem deste conteúdo no ensino formal, justifica-se porque estas ideias são muito resistentes à mudança. Os autores defendem ainda que a grande prevalência de desenhos animalizados e antropomorfizados dos micróbios nas crianças mais novas não é surpreendente, dado o modo como a informação relacionada com estes seres lhes é transmitida no seu dia a dia.

Byrne et al. (2009), num outro estudo, verificaram que, apesar de tanto as ideias antropomórficas como antropocêntricas diminuírem à medida que aumenta a idade, as

ideias antropocêntricas são ainda mais resistentes à mudança¹⁰⁶. Os mesmos autores referem que as ideias antropomórficas, incluindo a atribuição de qualidades emocionais humanas como *bem* ou *mau intencionado*, ajudam as crianças a dar sentido à explicitação das suas ideias. O uso destes resultados pode fornecer aos professores informações importantes para a exploração das ideias prévias, como oportunidades para desenvolver a compreensão das crianças acerca dos microrganismos.

As ideias antropocêntricas dos microrganismos em relação ao seu efeito nos seres humanos são evidenciadas numa perspetiva predominantemente negativa, o que pode não permitir o desenvolvimento correto do pensamento científico¹⁰⁷. Byrne et al. (2009), no mesmo estudo, verificaram que crianças de todas as idades desenharam micróbios antropomorfizados (49%, 7 anos; 18%, 11 anos e 18% dos 14 anos). Todos os grupos desenharam estruturas humanizadas. Contudo, as entrevistas que se sucederam revelaram que as crianças de 11 e 14 anos estavam cientes que os seus desenhos eram representações metafóricas da realidade. No entanto, ainda assim, continuaram a usar linguagem metafórica para interpretar as suas ideias e explicar conceitos particulares. Cerca de 50% das crianças desenharam antropomorfizações com conotação negativa, ou associadas a atividades desagradáveis ou perigosas, atribuindo-lhes, frequentemente, um aspeto de desenho animado. As ideias negativas, comuns em todos os grupos de idades, indicavam uma aversão aos micróbios ou sugeriam que estes são desagradáveis ou perigosos para os humanos.

Por outro lado, Byrne (2011), num estudo mais recente, verificou que algumas crianças de 11 e 14 anos desenhavam microrganismos com forma unicelular, sugerindo a ideia de que os microrganismos são seres unicelulares e não organismos multicelulares complexos. De realçar que em alguns desenhos foi, inclusivamente, reconhecida a parede celular das células bacterianas. O facto de haver alunos que desenharam estas células, poderá justificar-se pelo contacto com o tema no ensino formal, apesar de, no Reino Unido, o currículo de ciências para os alunos de 14 anos, focar somente os microrganismos em relação à saúde humana¹⁰⁸. De salientar ainda que muitos dos desenhos dos

¹⁰⁶ Este aspeto é também discutido nos resultados do estudo de Jones e Rua (2006), em que verificaram uma elevada prevalência das ideias antropocêntricas relacionadas com os microrganismos em adultos (professores e profissionais de saúde).

¹⁰⁷ Tendo em conta a forte influência social na génese de concepções centradas na conotação negativa acerca dos microrganismos e, usando a classificação utilizada por Clément (2003), poderemos afirmar que estamos perante um obstáculo de aprendizagem de origem predominantemente epistemológica.

¹⁰⁸ A tipologia morfológica de bacilo, comparado com outros microrganismos, era a mais desenhada e poderá dever-se a fotografias, desenhos realizados na escola, aos manuais escolares ou outros livros, a posters ou folhetos de divulgação sobre bactérias.

microrganismos representados como células, pelas crianças desta faixa etária, apresentavam bastantes semelhanças com a típica célula eucariótica, o que sugere, mais uma vez, a influência do ensino formal.

5.1.3.2 Quanto ao estado vivo/não vivo

A maioria dos estudos anteriormente referidos indica que as crianças reconhecem os microrganismos como seres vivos. No entanto, surgem muitas dúvidas relativamente à sua classificação¹⁰⁹. Assim, segundo Byrne e Sharp (2006), as crianças associam características animais aos microrganismos e antropomorfizam-nos. Consideram também que comem, se multiplicam e morrem. Em alguns casos, as crianças chegam a atribuir pensamento ou capacidade de decisão aos micróbios, como se de um ser humano se tratasse, e ainda algumas delas apresentam ideias mais sofisticadas, chegando a sugerir que existem microrganismos sensíveis à mudança de ambiente.

É atribuída a capacidade de movimento aos microrganismos e com isso a associação destes seres aos animais. O movimento é assim identificado como um indicador de que os microrganismos são seres vivos (Maxted, 1984; Vasquez, 1985; Simonneaux, 2000).

Byrne (2011), relativamente ao *estado*, verificou que apesar de vários grupos etários considerarem os microrganismos como seres vivos, as crianças mais novas (7 anos) mostravam dúvidas relativamente a esse facto. Assim sendo, confirma-se que esta compreensão aumenta com a idade e ideias mais complexas acerca do que significa estar vivo surgem, com mais frequência, nas crianças mais velhas¹¹⁰. A mesma autora refere ainda que *ser perigoso* ou *causar doença nos humanos* são razões suficientes para que crianças de todos os grupos de idade considerem os microrganismos como seres vivos, contudo, evidenciando uma visão claramente antropocêntrica.

¹⁰⁹ A classificação dos microrganismos é de difícil compreensão para as crianças, ao longo de todas as idades. Este facto não é surpreendente dado que os próprios taxonomistas disputaram durante anos a classificação exata destes seres vivos (Bissett, 1963; Woese et al. 1990). Outro aspeto que importa realçar é que a dificuldade demonstrada pelas crianças do 1.º CEB na classificação dos microrganismos poderá estar relacionado com o facto destes não serem identificados como seres vivos aquando da leção deste tema, no 1º CEB (Mafra e Lima, 2009).

¹¹⁰ A autora chegou a encontrar crianças de 14 anos a desenharem microrganismos com alguns organitos celulares perceptíveis.

5.1.3.3 Quanto ao tamanho

É consensualmente aceite pelas crianças que os microrganismos são pequenos ao ponto de não se conseguirem ver a olho nu e ser necessário o uso de um instrumento de ampliação (Nagy, 1953; Maxted, 1984; Simonneaux, 2000; Byrne e Sharp, 2006). No entanto, apesar de existir essa percepção e o termo “microscópico” ser bastante usado, existe uma baixa compreensão acerca do significado do conceito de “microscópico”, quando comparado com o tamanho real dos microrganismos (Maxted, 1984; Vasquez, 1985; Simonneaux, 2000).

Segundo Byrne e Sharp (2006), é muito difícil para as crianças mais novas entenderem o facto de existirem seres vivos que não são visíveis a olho nu, que são, portanto, invisíveis.

Outro fator encontrado nestes estudos salienta a percepção da existência de uma relação entre a virulência dos microrganismos e o tamanho que apresentam. Ou seja, existem crianças que expõem uma ideia errada ao considerarem que a capacidade do microrganismo em provocar doenças é tanto maior quanto maior for o seu tamanho físico (Jones e Rua, 2006; Byrne e Sharp, 2006; Byrne et al., 2009). No estudo realizado por Jones e Rua (2006) estão identificados registos de crianças que consideram os vírus como seres maiores que as bactérias, tendo em conta a comparação tamanho vs virulência.

5.1.3.4 Quanto à localização

Estudos como o de Maxted (1984) e Vasquez (1985) comprovam que a ubiquidade dos microrganismos é geralmente bem entendida e as crianças indicam que estes podem ser encontrados numa variedade de locais¹¹¹. É frequente as crianças referirem especificamente o corpo humano (visão antropocêntrica), a sujidade (ex.: pó), e os locais sujos (ex.: esgoto, casas de banho, caixotes do lixo), como exemplos de locais onde existem microrganismos, mostrando, desta forma, uma visão negativa acerca destes seres vivos (Maxted, 1984; Simonneaux, 2000; Jones e Rua, 2006; Byrne, 2011).

A associação dos micróbios a locais sujos aumenta com a idade. Este facto pode estar relacionado com o reconhecimento da higiene pessoal como uma necessidade e

¹¹¹ Estes resultados contrariam os encontrados por Nagy (1953), que verificou que as crianças tinham uma ideia restrita sobre a localização dos microrganismos. Este aspeto poderá estar relacionado com a evolução das descobertas acerca deste tema durante mais de meio século, assim como o aumento gradual do acesso à ciência e as oportunidades que foram sendo criadas através do ensino formal e não formal, sobre esta temática.

também pode justificar-se através dos conteúdos abordados no ensino formal, em conteúdos relacionados com a educação para a saúde (Byrne e Sharp, 2006; Byrne et al., 2009¹¹²).

Segundo Byrne (2011), é frequente a associação dos microrganismos a locais desagradáveis ou com falta de higiene e a relação deste resultado com o efeito dos microrganismos na saúde humana está presente em todas as crianças. Jones e Rua (2006) indicam que a identificação destes locais está fortemente associada com a proximidade dos mesmos aos humanos. Apesar dos alunos e professores afirmarem que os microrganismos estão em todo o lado, quando questionados sobre especificamente onde, a totalidade dos inquiridos refere locais associados à forte presença humana, como maçanetas de portas, mesas e outras superfícies, casa de banho, cozinha, chão, livros e computadores, demonstrando, desta forma, uma visão antropocêntrica¹¹³.

De acordo com Byrne et al. (2009), esta ligação (negativa) dos microrganismos com os humanos parece crescer com a idade em vez de decrescer. Este facto poderá estar relacionado com os conteúdos abordados no currículo do ensino básico, onde os microrganismos são maioritariamente focados como agentes de doença para os seres humanos, sendo dado pouco destaque, ou nenhum, aos aspetos benéficos destes seres vivos.

5.1.3.5 Quanto à relação com a saúde/doença

Apesar de muitas crianças associarem a causa da doença a fatores ambientais, como por exemplo o ar frio ou o mau tempo, a poluição atmosférica ou a ingestão de comida contaminada (Piko e Bak, 2006), uma das ideias comuns nas crianças de todos os grupos etários é a imediata ligação entre microrganismos e doença. Este dado é relatado por autores como Nagy (1953), Maxted (1984), Prout (1985), Springer e Ruckel (1992) que

¹¹² No estudo realizado por Byrne et al. (2009), todos os grupos etários associaram os microrganismos a humanos e a espaços sujos ou com fracas condições de higiene, indicando uma visão negativa acerca destes seres vivos. No entanto, verificou-se que este facto estava mais marcado no grupo etário dos 7 anos.

¹¹³ No estudo de Jones e Rua (2006), a maioria dos estudantes do ensino secundário indicaram a boca e as mãos como um local onde existem microrganismos. Por sua vez, metade dos estudantes do ensino básico afirmaram que o corpo humano tinha micróbios, especialmente na saliva e na pele. Desta forma, estudantes de todos os níveis tendem a ligar os microrganismos aos seres humanos. Apesar de alguns estudantes mencionarem os animais e outros seres vivos como portadores de microrganismos, os estudantes veem, primariamente, os micróbios associados aos humanos, reforçando, assim, a sua visão antropocêntrica sobre os microrganismos.

salientam a visão patogénica dos micróbios como uma ideia dominante em todas as idades, referido por Raichvarg (1995) como “*microbe-mania*”¹¹⁴.

As atividades dos microrganismos são igualmente vistas sob uma perspetiva antropocêntrica¹¹⁵, especialmente relacionadas com o facto de serem perigosos para o Homem ou causarem doença nos humanos (Vasquez, 1985; Byrne et al., 2009), apesar do mecanismo de infeção e a recuperação da doença serem pouco entendidos (Prout, 1985; Inagaki e Hatano, 1993; Au e Romo, 1996; Kalish, 1996a; Jones e Rua, 2006).

Segundo Byrne (2011), os alunos mais novos consideram que todos os microrganismos são potencialmente patogénicos, altamente infecciosos e perigosos. Por sua vez, os alunos de 14 anos consideram que nem todos os microrganismos são patogénicos, apesar destes não encontrarem outra causa para o surgimento da doença, a não ser através dos microrganismos. Simonneaux (2002) acrescenta ainda que a maioria das crianças parece ter uma noção de doença, exclusiva e de origem exógena, em que um indivíduo saudável é atacado por microrganismos e, desta forma, fica doente. Este aspeto traz implicações ao nível da compreensão das doenças de origem genética, levantando questões na capacidade de compreensão das crianças, não só relativamente às doenças genéticas como também a assuntos relacionados com a biotecnologia (com o conseqüente recurso a microrganismos), ao diagnóstico e à deteção de predisposições genéticas para certas doenças ou às doenças transmitidas aos filhos por hereditariedade¹¹⁶.

As crianças mais novas tendem a pensar que é suficiente a presença de microrganismos para causar doença. Crianças mais velhas associam a infeção a comportamentos como tossir para alguém, espirrar, tocar em alguém ou comer comida contaminada (Byrne, 2011). De facto, o mecanismo de infeção não é bem entendido pelas crianças, especialmente pelas mais novas (Kalish, 1999; Inagaki e Hatano, 2002). A grande maioria mantém ideias ingénuas sobre a noção de doença e da sua transmissão, ideias essas mantidas mesmo após a abordagem do tema no ensino formal. Apesar de Au et al. (1999) sugerirem que crianças entre os 8 e os 9 anos de idade conseguem aprender e

¹¹⁴ Segundo Raichvarg (1995), estas ideias antropocéntricas são uma reminiscência da “mania dos micróbios” quando a teoria dos *germes* se tornou uma ideia predominante na Europa do século XIX, em que qualquer doença era potencialmente ligada aos microrganismos.

¹¹⁵ Verificam-se ideias antropocéntricas muito marcadas acerca dos micróbios. Muitas crianças associam-nos, exclusivamente, como sendo a sua única função causar doenças às pessoas, ao ponto de referirem ser essa a razão para a qual eles existem (Byrne et al., 2009).

¹¹⁶ Este é um fator pertinente que poderá vir a trazer, futuramente, obstáculos de aprendizagem, aquando da lecionação deste tipo de conteúdos em ciclos de ensino mais avançados.

entender a causa biológica da doença, o modelo de infeção, transmitido pelo senso comum, é muito persistente¹¹⁷.

Assim, Byrne e Sharp (2006) referem que alguns alunos consideram as condições ambientais, por si só, como um fator que causa a constipação. Condições de higiene deficientes ou locais sujos também são apontados por algumas crianças (mais velhas) como sendo a causa da doença, considerando que nestas condições os micróbios *ganham forças* ou ficam mais propensos a provocarem infeções.

De realçar que a visão antropocêntrica é também verificada de forma significativa em adultos. Jones e Rua (2006) referem que para os profissionais de saúde *microrganismo* significa *ser microscópico causador de doença*. Por sua vez, os professores também associam os microrganismos a doença, referindo quase sempre as bactérias ou os vírus como a causa de enfermidades. Os alunos do ensino secundário tendem a mencionar como causas mais frequentes as bactérias e os vírus do que os alunos do ensino básico. Por sua vez, estes últimos usam o termo vírus¹¹⁸ para definir microrganismos.

Segundo Byrne et al. (2009), um número reduzido de crianças sabe que existem microrganismos benéficos usados na produção de vacinas ou antibióticos. Além disso, a atribuição antropomórfica identificada em desenhos¹¹⁹ indica que algumas compreendem que nem todos os microrganismos são perigosos. Este aspeto tinha sido já identificado por Byrne e Sharp (2006), no entanto, apesar de algumas crianças indicarem o uso de antibióticos para curar doenças, muitas não estão cientes da forma como estes são produzidos e como funcionam. Da mesma forma, Byrne (2011) refere que as vacinas e os antibióticos são pensados como medicamentos, ou seja, colocados no mesmo grupo, pelo que a ideia de prevenção associada às vacinas é desviada, sendo consideradas como um medicamento para a cura.

¹¹⁷ Particularmente, no que diz respeito à constipação comum. As crianças usam ideias do senso comum, baseadas na experiência do dia a dia. Por exemplo, ficar com uma constipação por ter saído de casa com o cabelo molhado prevalece em vez da associação a uma infeção por um rinovírus (Helman, 1978).

¹¹⁸ Um aspeto encontrado por Byrne e Sharp (2006) foi o facto de alguns alunos olharem para os vírus informáticos como um tipo de micróbio, atribuindo-lhes características orgânicas e vida. São encontrados termos como o computador fica “doente” ou “tem um vírus”. Esta conceção, por fazer sentido para a criança pode ser usada como analogia entre o computador e o vírus real, e pode ser explorado na sala de aula, ajudando as crianças a entender o processo de infeção viral. Por exemplo, o vírus do computador é inofensivo até entrar no processador do computador (infeção do hospedeiro); solicita ao computador a ordem para se multiplicar (parasita obrigatório) e provoca mudanças no computador, aproveitando-se dos seus processo que decorrem na máquina (mau funcionamento celular); o processo usa um código específico para se apoderar do computador (genoma viral) e, uma vez multiplicado, pode provocar danos em mais ficheiros (doença/morte do organismo infetado), tendo a capacidade de se espalhar para outros computadores ligados em rede (epidemia). No entanto, deverá ser usado no respetivo contexto de aprendizagem, reforçando as respetivas diferenças entre o sistema informático e o mundo vivo.

¹¹⁹ Algumas crianças que referem que os microrganismos são usados na produção de alimentos desenharam-nos com traços humanos, antropomórficos emocionais “bons” (Byrne et al. 2009).

5.1.3.6 Quanto à relação com aplicações tecnológicas

Vários são os estudos que mostram que o uso de microrganismos na produção de alimentos (Williams e Gillen, 1991; Simonneaux, 2000), produtos médicos (Maxted, 1984; Simonneaux, 2000) ou em benefícios ambientais (Malandrakis, 2003) é pouco compreendido pelas crianças.

Os microrganismos são vistos, na sua maioria, como algo negativo e as atividades benéficas e aplicações em que são usados não são reconhecidas ou são deficientemente entendidas. A maioria das crianças considera que a atividade microbiana causa doença ou apresenta mais características negativas do que benéficas¹²⁰, não reconhecendo o papel importante de alguns microrganismos na produção de alimentos ou aplicações médicas. Desta forma, evidenciam um desconhecimento ou desvalorização dos fatores positivos (conotação positiva) dos microrganismos (Byrne e Sharp, 2006).

No entanto, no recente estudo realizado por Byrne (2011), verifica-se que o envolvimento de microrganismos na produção de alimentos é já reconhecido por alguns alunos, sendo, no entanto, menos identificados os aspetos relacionados com o envolvimento dos microrganismos na tecnologia, no fabrico de produtos médicos ou no uso ambiental, apesar do conhecimento sobre estes processos aumentar com a idade.

Ainda que algumas crianças conheçam o envolvimento de microrganismos na produção de alimentos, os processos metabólicos envolvidos nessa produção (ex.: na produção do pão, cerveja, queijo e iogurte) não são compreendidos. Ou seja, não entendem como os microrganismos podem ou “conseguem” fazer os alimentos. Neste sentido, Byrne (2011) verificou que alguns alunos de 14 anos consideram que a produção do iogurte se deve a um processo em que se deixa o leite azedar ou estragar, indicando uma falha no reconhecimento do papel dos microrganismos na produção deste alimento. Outro aspeto encontrado é que as leveduras são consideradas como o microrganismo “universal” usado na produção de alimentos. Este facto poderá dever-se à realização de atividades práticas nas aulas de ensino formal em que são utilizadas leveduras. No mesmo estudo, Byrne apurou que os microrganismos foram também associados aos alimentos (por vários grupos etários de crianças) mas como potenciais contaminantes, aspeto mais

¹²⁰ No estudo realizado por Byrne et al. (2009), a única aplicação benéfica atribuída aos microrganismos foi a produção de alimentos. Todos os alunos de 7 anos apresentam uma visão negativa dos microrganismos, excluindo-os do seu papel nesta (produção de alimentos). Alguns alunos de 11 e 14 anos revelam que os microrganismos são a causa de contaminação dos alimentos e, por isso, a comida torna-se perigosa para a saúde humana quando contém microrganismos. Este facto reforça a ideia de que estas crianças não consideram de todo o uso de microrganismos na produção de alimentos. Ou seja, revela que para as crianças é muito difícil ou improvável coexistirem as ideias de microrganismos como *produtores de alimentos* e microrganismos como *contaminantes de alimentos*.

salientado pelos alunos mais novos (7 anos). Apesar dos alunos de 11 e 14 anos estarem cientes do uso de microrganismos na produção de alimentos, a maioria refere-os, prioritariamente, como responsáveis pela degradação de alimentos e, por isso, considera-os perigosos. Ou seja, prevalece a ligação destes seres à contaminação de alimentos e responsáveis pela sua degradação do que o seu papel na produção. Deste modo, segundo Inagaki e Hatano (1993), em casos com este, podemos identificar dois tipos de conotação atribuída (positiva e negativa), embora se verifique uma sobreposição da conotação negativa sobre a positiva.

5.1.3.7 Quanto à relação com o ambiente

Os processos de construção (crescimento, reprodução) e de destruição (morte, decomposição) são dois fatores indissociáveis nos seres vivos e nas suas relações com o meio. No entanto, verifica-se que não existem reflexões profundas desta relação, tanto nos currículos como nos manuais escolares, nos vários níveis educativos. Por isso, é importante estudar as ideias prévias que os alunos possuem acerca de temas, como o ciclo da matéria e da decomposição, e em que medida influenciam o processo de ensino-aprendizagem (Ibarra et al., 2010).

Estudos realizados sobre as ideias que as crianças apresentam acerca da relação entre os microrganismos e o ambiente centram-se em três aspetos principais: o papel dos microrganismos no ciclo da matéria nos ecossistemas (Smith e Anderson, 1986; Leach, 1995; Hogan e Fisherkeller, 1996; Leach et al., 1996; Yu, 2003a; 2003b; Lin e Hu, 2003), a relação entre microrganismos e o processo de decomposição (Sequeira e Freitas, 1986; Margalef, 1991; Fernández Manzanal, 1995; Khatete, 1995; Leach et al., 1996; Helldén, 1999; Ibarra et al., 2010; Zômpero e Laburú, 2010); e os lixos orgânicos e reciclagem (Malandrakis, 2003).

Assim, Leach et al. (1996) verificaram no seu estudo que crianças entre os 5 e os 16 anos não identificam de imediato os microrganismos como agentes de decomposição¹²¹. De uma forma generalizada, os alunos mais novos referem que a etapa final dos produtos da decomposição é o solo. Para estes o solo *absorve* e *alimenta-se* de substâncias, funcionando como se tratasse dum “ser vivo”.

¹²¹ Hellden (1992) fez também um estudo com crianças do ensino básico sobre a decomposição. Alguns alunos do 4º e 6º anos pensavam que neste processo não havia intervenção de organismos. Quando questionados ao que aconteceria a uma folha ou pedaço de madeira deixados no solo, alguns alunos mencionaram que esses itens não se transformariam completamente em solo (apenas uma parte), outra parte desapareceria e/ou se transformaria em nutrientes.

Alguns trabalhos (Leach et al., 1996; Malandrakis, 2003; Zômpero e Laburú, 2010), referem que as ideias dos alunos em relação às causas da decomposição centram-se em fatores abióticos e explicam a decomposição da matéria orgânica, como resultante do processo de destruição mecânica (processos físicos) ou de oxidação (processos químicos). Estas ideias também surgem quando se abordam as transformações no processo de decomposição dos alimentos (Fernández Manzanal, 1995; Helldén, 1999, Hilge, 2001). No mesmo sentido, Díaz et al. (1996) e Zômpero e Laburú (2010) referem que apesar dos alunos afirmarem que alguns microrganismos podem viver nos alimentos, demonstram ter um conhecimento muito limitado quanto às causas microbiológicas da transformação dos mesmos, interpretando-as como uma transformação espontânea intrínseca dos próprios alimentos, ou atribuindo-a a fatores físicos, como a humidade e o calor. O estudo realizado por Byrne e Sharp (2006) aponta no mesmo sentido. Esta investigadora verificou que grande parte das crianças não associa a atividade microbiana de *decomposição* aos microrganismos, apesar de associarem a degradação dos alimentos à contaminação microbiana.

No estudo realizado por Zômpero e Laburú (2010), os alunos demonstraram não entender a ação dos microrganismos na decomposição dos seres vivos quando estes morrem. Atribuem o mau cheiro ao próprio corpo do animal ou às suas secreções e não à ação dos microrganismos.

A decomposição é assim considerada como uma atividade negativa associada maioritariamente à ação de fatores físicos¹²², sendo os microrganismos pouco referenciados como intervenientes no processo (Byrne e Sharp, 2006). De acordo com Byrne et al. (2009), o número reduzido de crianças que associa a atividade microbiana à decomposição da matéria fá-lo sob uma perspetiva antropocêntrica¹²³. Esta perspetiva

¹²² No estudo realizado por Byrne e Sharp (2006), quando apresentada às crianças uma imagem de uma peça de fruta em decomposição, a maioria das respostas indicou que a decomposição era o resultado de “ficar velho” ou de ter sido “deixado no local muito tempo”. Algumas crianças mais novas (7 anos) atribuíram a causa da decomposição da peça de fruta à atividade humana - porque foi “tocado” ou “espremido” - desta forma a causa da decomposição foi atribuída a mudanças físicas (processo exclusivamente físico) e não aos microrganismos. As crianças de 14 anos associaram também a decomposição ao facto da peça de fruta ter sido deixada num local sujo ou ter caído no chão. Segundo Byrne (2011), algumas crianças atribuem ao fator *tempo* a responsabilidade pelo processo de decomposição que vai decorrendo naturalmente. Segundo esta investigadora, esta ideia persiste ao longo do tempo mesmo após o ensino formal.

¹²³ Byrne et al. (2009), verificaram que algumas crianças não evidenciaram o papel dos microrganismos no processo de decomposição. As entrevistas realizadas revelaram que todas as formas de decomposição foram consideradas negativas e vindas de uma perspetiva antropocêntrica pela maioria dos entrevistados, ou seja, abordaram a presença de microrganismos mas numa perspetiva de que poderiam fazer mal aos humanos. A degradação dos alimentos foi a única forma de decomposição mencionada na atividade de *brainstorming* realizada com crianças de 11 e 14 anos. A decomposição é vista pelas crianças como um aspeto negativo resultante da atividade microbiana e foram usadas ideias antropomórficas de micróbios a “comer” o substrato e a multiplicarem-se para explicar o processo de decomposição. Contudo, o conhecimento evidenciado acerca do processo manifestou-se limitado e tendeu a focar-se no “desaparecimento” da substância em processo de decomposição. As ideias negativas e antropocêntricas sobre a decomposição surgiram nas respostas dos alunos de 7 anos e manifestaram-se também nas crianças de 11 e 14 anos.

parece ajudar as crianças a explicar o processo de decomposição a um nível simples. Contudo, a ênfase na reprodução microbiana e o perigo que os microrganismos apresentam para os humanos parecem prevalecer perante outras ideias, por exemplo, em relação ao papel dos microrganismos no ciclo da matéria. Deste modo, podemos dizer que os alunos que retêm alguma noção de benefício dos microrganismos no processo de decomposição, veem-no sob uma perspetiva antropocêntrica, ou seja, *porque é bom para o homem* e não sob uma perspetiva "ecológica"^{124,125}.

Uma outra ideia alternativa identificada por vários investigadores é a noção de que a matéria "desaparece" durante o processo de decomposição. Sequeira e Freitas (1986), num estudo com crianças dos 8 aos 13 anos, verificaram que esta ideia era comum em toda a faixa etária em estudo. Muitas crianças assumiram, portanto, que a matéria desaparece durante o processo de decomposição, no entanto, poucas associaram os microrganismos a esse processo, sendo a decomposição considerada como um processo provocado por causas físicas e não pelos microrganismos. Segundo Byrne e Sharp (2006), a maioria das crianças não tem a noção do ciclo dos nutrientes e veem o processo de decomposição como algo que acaba em si, referindo o "desaparecimento" das substâncias como o resultado final.

As experiências do dia a dia sobre a degradação dos alimentos influenciam a compreensão sobre o destino da matéria em decomposição. De facto, no estudo realizado por Byrne (2011), todos os grupos de idade em estudo consideram que os materiais em decomposição desaparecem com ou sem atividade microbiana, enquanto que alguns itens, (por exemplo, um caroço de pêssigo), é considerado demasiado duro para ser decomposto e permanecerá intacto. Neste estudo, mais uma vez, a perspetiva antropocêntrica é evidenciada. Assim, para alguns alunos, o desaparecimento de certos produtos é visto como um benefício da decomposição, dado que essa característica ajuda a *limpar o ambiente*. Ou seja de outra forma, as folhas que caem no outono e os cadáveres dos animais "ficariam espalhados por todo o lado".

As crianças não sabem quais as aplicações ambientais dos microrganismos e os seus benefícios (Leach et al, 1996; Byrne, 2011). O papel importante dos microrganismos

¹²⁴ Perspetiva em que os alunos consideram os microrganismos como parte integrante da biodiversidade e protagonistas em processos naturais.

¹²⁵ No estudo de Zòmpero e Laburú (2010), verifica-se que quando os alunos são questionados "Porque é importante existir a decomposição dos seres quando morrem?", o número de crianças que responde "serve para fertilizar o solo" e "é para não haver mau cheiro", é praticamente o mesmo. Aqui verifica-se uma valorização da visão antropocêntrica (a decomposição é importante para que depois não fique a cheirar mal – aspeto que nos é desagradável).

no ciclo da matéria, como fator essencial para o equilíbrio ecológico, e benéfico para o ambiente, não é entendido pela maioria das crianças (Byrne, 2011).

Segundo a mesma autora, apenas um número muito reduzido de crianças, dos vários níveis etários, conhece o papel dos microrganismos no tratamento de esgotos (funcionamento das ETAR). Este facto evidencia uma desvalorização da ação dos microrganismos em relação ao ambiente. Deste modo, a conotação negativa refletida na atribuição de perigosidade para os humanos sobrepõe-se a qualquer conotação positiva dos micróbios no que diz respeito ao tratamento das águas residuais. A ideia de que os esgotos são perigosos para os humanos devido à presença de microrganismos é um facto retido por crianças de várias idades.

5.2 Construção dos instrumentos de medida

Com este estudo, pretendeu-se fazer um levantamento das conceções alternativas acerca dos microrganismos, tendo-se analisado, nesse sentido, algumas das ideias prévias que os alunos, chegados ao final do 1.º e 2.º CEB, apresentam acerca dos microrganismos e alguns aspetos relacionados direta ou indiretamente com estes seres. Tal como na primeira etapa do trabalho, foram considerados os quatro parâmetros de análise definidos inicialmente. Elaboraram-se questões de investigação que se pretendiam ver respondidas através da aplicação de um questionário. No ANEXO VI encontra-se a relação entre essas questões e as variáveis (questões do questionário) às quais se pretendia obter resposta.

As questões formuladas para a elaboração deste questionário partiram dos resultados encontrados na primeira etapa deste estudo e da análise de referências bibliográficas acerca do tema.

5.2.1 Questionário

O questionário é constituído por 23 questões fechadas e uma questão aberta. As questões fechadas apresentam o formato de escolha múltipla e estão distribuídas por duas secções. Numa primeira secção, denominada de GRUPO 1, solicita-se que os alunos escolham uma resposta de três opções possíveis. Na outra secção, GRUPO 2, solicita-se que os alunos escolham três respostas de entre um grupo de oito opções alternativas. Na única questão aberta é-lhes solicitado que façam um desenho de um micróbio e o legendem.

As questões estão relacionadas com os quatro parâmetros de análise, no entanto, estes são abordados aleatoriamente no questionário.

Todas as questões seguem uma linha orientadora e pretendem encontrar respostas relativamente a uma das questões de investigação iniciais:

Que representações ou ideias prévias apresentam as crianças no final do 1.º e 2.º CEB relativamente aos microrganismos?

Deste modo, para cada parâmetro de análise foi criada uma questão orientadora ou finalidade que, embora não exclusiva, acaba por resumir a ideia principal que se pretende saber e acaba por estar relacionada com a questão de investigação de partida (ver Quadro 36 e ANEXO VI).

Quadro 36 – Questões orientadoras relacionadas com os parâmetros de análise

Parâmetro de análise	Questão orientadora
Microrganismos como parte constituinte do mundo vivo	<i>Que ideias apresentam as crianças acerca dos microrganismos?</i>
Microrganismos e saúde	<i>Que conhecimentos têm as crianças acerca do motivo pelo qual devem adotar determinados comportamentos relacionados com a sua saúde?</i>
Microrganismos e alimentos	<i>Que conhecimentos têm as crianças acerca do envolvimento de alguns microrganismos no fabrico e deterioração de alimentos?</i>
Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente	<i>Que conhecimentos têm as crianças acerca do envolvimento de alguns microrganismos na decomposição da matéria orgânica e no controlo da poluição?</i>

A seguir, para cada parâmetro de análise, apresentam-se as questões relacionadas com as questões orientadoras e que foram consideradas para a construção das questões dos questionários aplicados.

5.2.1.1 Parâmetro 1: Microrganismos como parte constituinte do mundo vivo.

Questão orientadora: ***Que ideias apresentam as crianças acerca dos microrganismos?***

Questões relacionadas:

- A- Que representações têm as crianças acerca dos microrganismos?
- B- As crianças consideram os microrganismos seres vivos?
- C- As crianças associam os micróbios a aspetos positivos e/ou negativos?
- D- As crianças sabem onde se encontram os microrganismos?
- E- De onde vêm os conhecimentos que as crianças apresentam acerca dos microrganismos?

No questionário, relacionadas com este parâmetro, correspondem as questões 3, 4, 5, 6, 8, 20, 21, 22 e 23.

Para obtermos uma resposta à **questão A** foram apresentadas as seguintes questões (3, 5, 6, 20):

(3) Certamente já ouviste falar em micróbios. Usa este retângulo para fazeres um desenho que ilustre um micróbio. Faz também a sua legenda.

Com esta questão, pretende-se que os alunos apresentem graficamente a sua representação de micróbio e o legendem. Após a análise dos desenhos serão definidas categorias. Este método permitirá que sejam identificadas representações que vão mais além da escrita ou oralidade. Itens como o tamanho dos microrganismos, atribuição de conotação negativa/positiva, através da antropomorfização de alguns desenhos são alguns exemplos.

(5) Em qual dos seguintes grupos incluis os micróbios?

Pretende-se saber, tendo em conta a classificação simplista e redutora dos seres vivos no 1.º CEB (dicotomia animais/plantas), em qual dos grupos os alunos do 1.º CEB incluem os microrganismos. Relativamente aos alunos do 2.º CEB, sendo esta uma temática abordada no 5.º e 6.º anos, procura-se saber se após a lecionação dessa temática, as crianças consideram os microrganismos num reino à parte dos animais e das plantas ou se mantêm a ideia que lhes é transmitida no 1.º CEB.

(6) Os micróbios são de que tamanho?

Procura-se saber a perceção que os alunos têm relativamente ao tamanho dos microrganismos.

(20) São micróbios, os seguintes seres:

Procura-se saber se reconhecem vários tipos de micróbios de entre as várias opções de resposta.

Para obtermos uma resposta à **questão B** foi apresentada a seguinte questão (4):

(4) Os micróbios são seres vivos?

Com esta questão pretende-se saber se as crianças consideram os microrganismos seres vivos. Os resultados desta questão poderão ser relacionados com os resultados da questão 3 (desenho), contribuindo para a consistência a esta resposta.

Para obtermos uma resposta à **questão C** foram apresentadas as seguintes questões (8, 21):

(8) Na tua opinião, os micróbios podem ser:

Com esta questão pretende-se saber se a percepção que as crianças têm acerca dos microrganismos é maioritariamente negativa ou se lhes atribuem alguns aspetos benéficos.

(21) O que é que os micróbios podem fazer?

Complementado a questão 8, apresenta-se nesta questão uma listagem de aspetos negativos e positivos nos quais estão envolvidos os microrganismos. Por um lado, pretende-se saber que tipo de atribuição, negativa/positiva, é valorizada e, por outro, saber se há uma percepção da atividade microbiana em variados campos para além da doença e da poluição (ex.: tratamento da poluição, produção de alimentos e medicamentos).

Para obtermos uma resposta à **questão D** foi apresentada a questão 22:

(22) Os micróbios podem ser encontrados...:

Com esta questão pretende-se analisar a percepção da ubiquidade que os micróbios apresentam. Pretende-se, ainda, saber se as crianças consideram determinados ambientes do seu dia a dia ausentes (ou não) de micróbios.

Para obtermos uma resposta à **questão E** foi apresentada a questão 23:

(23) Onde ouviste falar de micróbios?

Com esta questão pretende-se saber qual a origem dos conhecimentos que as crianças apresentam acerca dos microrganismos. De salientar que na opção *na minha escola*, para além de se considerar o ambiente escolar formal, dentro da sala de aula, pode considerar-se a troca de informação entre pares dentro do espaço escola.

5.2.1.2 Parâmetro 2: Microrganismos e saúde

Questão orientadora: ***Que conhecimentos têm as crianças acerca do motivo pelo qual devem adotar determinados comportamentos relacionados com a sua saúde?***

Questões relacionadas:

A - As crianças sabem a razão pela qual devem adotar determinados comportamentos salutogénicos no seu dia a dia?

B - As crianças sabem o que são vacinas e porque devem ser vacinadas?

C - Qual a perceção das crianças relativamente ao modo de transmissão de determinadas doenças?

D - As crianças sabem porque devemos desinfetar as feridas?

No questionário, relacionadas com este parâmetro, correspondem as questões 12, 13, 14, 15, 16, 17, 24.

Para obtermos uma resposta à **questão A** foram apresentadas as seguintes questões (12, 13, 14):

(12) O mais importante quando lavas as mãos antes de comer é...:

Pretende-se saber a razão pela qual a criança opta por lavar as mãos antes das refeições. Embora o número de respostas seja limitado pela característica intrínseca da questão (questão fechada), pretende-se saber se as crianças têm a noção de que o aspeto mais importante na lavagem das suas mãos antes das refeições está relacionado com a eliminação de micróbios que possam estar presentes nas mãos, evitando assim uma contaminação e a possibilidade de ficarem doentes.

(13) O mais importante quando lavas a fruta antes de a comeres é...:

Pretende-se saber a razão pela qual a criança opta por lavar os alimentos antes de os comer. À semelhança da questão anterior, o número de respostas é limitado pela característica intrínseca da questão (questão fechada), contudo, pretende-se aferir se as crianças têm a noção de que o aspeto mais importante na lavagem dos alimentos antes de os comerem está relacionado com a eliminação de microrganismos passíveis de serem prejudiciais ao organismo.

(14) O mais importante quando lavas os dentes depois de comer é:

Pretende-se saber a razão pela qual a criança opta por lavar os dentes depois das refeições.

Para obtermos uma resposta à **questão B** foram apresentadas as seguintes questões (15, 16):

(15) A frase que explica melhor o que é uma vacina é...:

Pretende-se com esta questão ficar a saber a perceção que as crianças apresentam relativamente ao conceito de vacina.

(16) A razão principal porque devemos ser vacinados é:

Esta questão não se centra especificamente à volta do conceito de vacina, mas pretende aferir qual a perceção relativamente à razão pela qual devemos ser vacinados. Se associam as vacinas ao cumprimento de um prazo/calendário imposto, se são associadas

à cura para determinadas doenças ou, ainda, se consideram o seu caráter preventivo e de aquisição de proteção contra determinados microrganismos.

Para obtermos uma resposta à **questão C** foi apresentada a questão 24:

(24) As doenças podem-se transmitir:

Pretende-se saber as ideias que as crianças apresentam relativamente a tipos de transmissão de doenças, focando, principalmente, aspetos relacionadas com a transmissão aérea e oro-fecal, ou através de um vetor, em contraste com a influência de agentes físicos e ambientais (não associados diretamente aos microrganismos).

Para obtermos uma resposta à **questão D** foi apresentada a questão 17:

(17) Quando fazes uma ferida porque a deves desinfetar?

Com esta questão pretende-se saber qual o significado que as crianças atribuem ao ato de desinfetar uma ferida.

5.2.1.3 Parâmetro 3: Microrganismos e alimentos

Questão orientadora: ***Que conhecimentos têm as crianças acerca do envolvimento de alguns microrganismos no fabrico e deterioração de alimentos?***

Questões relacionadas:

A - As crianças reconhecem que alguns microrganismos são usados na produção de alimentos?

B - As crianças reconhecem que alguns micróbios são responsáveis pela deterioração de alimentos?

C - As crianças reconhecem a importância da aplicação/não aplicação de técnicas de preservação de alguns alimentos?

No questionário, relacionadas com este parâmetro, correspondem as questões 9, 10, 11, 21, 25.

Para obtermos uma resposta à **questão A** foi apresentada a seguinte questão (21):

(21) O que é que os micróbios podem fazer?

Com esta questão pretende-se saber se as crianças associam os microrganismos a aspetos positivos como a produção de alguns alimentos conhecidos, despoluição das águas residuais ou se os associam, na sua maioria, a aspetos negativos.

Para obtermos uma resposta à **questão B** foram apresentadas as seguintes questões (10, 11):

(10) A razão principal que faz com que os alimentos se estraguem é:

Pretende-se saber a noção que as crianças apresentam em relação às causas responsáveis pela degradação dos alimentos que não são devidamente conservados.

(11) A causa principal que faz apodrecer uma maçã é:

Pretende-se verificar se as crianças têm a noção de que o apodrecimento dos frutos ocorre, principalmente, pela ação de microrganismos e não devido a aspetos físicos ou ambientais de forma isolada.

Para obtermos uma resposta à **questão C** foram apresentadas as seguintes questões (9, 25):

(9) A razão principal porque devemos guardar no frigorífico um pacote de leite depois de aberto é:

Pretende-se verificar se as crianças identificam o frio como um fator físico importante na conservação de alimentos.

(25) Quais dos seguintes alimentos deves evitar levar para o lanche da escola num dia quente de verão?

Com esta questão pretende-se saber se as crianças têm a noção de produtos alimentares que são mais suscetíveis de se alterarem quando expostos ao calor, relativamente a outros.

5.2.1.4 Parâmetro 4: Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente

Questão orientadora: ***Que conhecimentos têm as crianças acerca do envolvimento de alguns microrganismos na decomposição da matéria orgânica?***

Questões relacionadas:

A - As crianças têm a perceção que os micróbios têm um papel no processo de decomposição?

B - As crianças conhecem o conceito de biodegradável?

No questionário, relacionadas com este parâmetro, correspondem as questões 18, 19, 26.

Para obtermos uma resposta à **questão A** foi apresentada a questão 18:

(18) O que achas que acontece quando um ser vivo morre?

Pretende-se saber se as crianças associam os microrganismos ao processo de decomposição.

Para obtermos uma resposta à **questão B** foram apresentadas as seguintes questões (19, 26):

(19) A frase que explica melhor o que é um material biodegradável é:

Nesta questão pretende-se saber que ideia apresenta a criança relativamente ao conceito de biodegradável.

(26) Das substâncias seguintes quais as que são biodegradáveis?

Nesta questão, perante uma listagem de diferentes substâncias, pretende-se que as crianças identifiquem as que são biodegradáveis, estando implícita nessa associação a distinção entre substâncias orgânicas e inorgânicas.

O questionário foi elaborado, tendo sido posteriormente validado com um grupo de professores e alunos. Para a sua validação recorreu-se a 2 docentes e a 4 alunos do 1.º CEB e a 2 docentes e a 4 alunos do 2.º CEB. Deste processo resultaram algumas alterações ao questionário, nomeadamente relacionadas com alguns termos utilizados, para melhor perceção de algumas questões. Assim, o termo “protozoário”, inicialmente presente no questionário, foi retirado, dado nenhum dos alunos conhecer a palavra e o seu significado. A palavra “microrganismos” foi também substituída pela palavra “micróbios”, dado esta ser mais familiar à maioria dos alunos. Este foi um aspeto defendido tanto pelos docentes do 1.º como do 2.º CEB¹²⁶.

5.3 Técnica ou instrumento de recolha de dados

Nesta segunda fase do estudo, do tipo exploratório, pretende-se fazer um levantamento de conceções alternativas dos alunos acerca dos microrganismos, chegados ao final do 1.º e 2.º CEB. Para tal recorreu-se ao inquérito por questionário como técnica de recolha de dados.

Segundo Ghiglione e Matalon (1993), o inquérito pode ser definido como uma interrogação particular acerca de uma situação, englobando indivíduos, com o objetivo de generalizar os resultados. Neste caso, o investigador intervém colocando questões, mas sem intenção explícita de modificar a situação na qual atua enquanto inquiridor. O recurso

¹²⁶ Nos trabalhos de Jones e Rua (2006), este aspeto foi também considerado. O termo “micróbio” foi usado por ser o mais conhecido por todas as crianças (desde os mais novos aos mais velhos), evitando, assim, obstáculos relacionados com o vocabulário.

ao inquérito é necessário cada vez que temos necessidade de informação sobre uma grande variedade de comportamentos de um mesmo indivíduo, comportamentos cuja observação direta, mesmo que possível, levaria demasiado tempo. Somos também obrigados a recorrer a este método para compreender fenómenos como as atitudes, as opiniões, as preferências, as representações, etc., que só são acessíveis de uma forma prática pela linguagem e que só raramente se exprimem de forma espontânea.

Outros autores como Carmo e Ferreira (1998) definem o inquérito como um processo em que se tenta descobrir alguma coisa de forma sistemática. Acrescentam ainda que, em ciências sociais, esta expressão é usada de forma precisa para designar processos de recolha sistematizada, no terreno, de dados suscetíveis de poderem ser comparados.

O inquérito pode ser feito por entrevista ou por questionário. Este último distingue-se do primeiro essencialmente pelo facto do investigador e inquiridos não interagirem numa situação presencial.

O questionário é, talvez, o instrumento de inquérito mais utilizado para recolher dados nos trabalhos de investigação (Cohen e Manion, 1990; Sampieri et al., 2006) e consiste num conjunto de perguntas relacionadas com uma ou mais variáveis que se pretendem medir (Sampieri et al., 2006).

Segundo Carmo e Ferreira (1998), quando se escolhe o inquérito por questionário como instrumento de recolha de dados deve respeitar-se um conjunto de procedimentos habitual para qualquer tipo de investigação, nomeadamente: definir rigorosamente os seus objetivos; formular questões orientadoras; identificar as variáveis relevantes; selecionar a amostra adequada de indivíduos; elaborar o instrumento; testá-lo e administrá-lo para depois poder analisar os resultados.

Os questionários reúnem dados num momento particular com a intenção de descrever a natureza das condições existentes e determinar as relações existentes entre acontecimentos específicos (Cohen e Manion, 1980).

Ghiglione e Matalon (1993) acrescentam que os principais objetivos de um questionário podem ser reduzidos a quatro aspetos principais:

- a) estimar certas grandezas “absolutas” – ex.: despesas ao longo de um determinado período de tempo, percentagem de pessoas com uma determinada opinião;
- b) estimar grandezas “relativas” – ex.: quando fazemos uma estimativa da proporção de cada tipo na população estudada;
- c) descrever uma população ou sub-população – ex.: determinadas características daqueles que afirmam ter uma certa opinião;

d) verificar hipóteses sob a forma de relações entre duas ou mais variáveis – ex.: verificar se a natureza ou frequência de um comportamento varia com a idade.

É preciso pensar cuidadosamente sobre o objetivo geral de cada uma das perguntas que se inserem num questionário (Hill e Hill, 2002). Segundo os mesmos autores, numa investigação onde se aplica um questionário, a maioria das variáveis são medidas a partir das suas perguntas. Assim, aquando da elaboração do questionário deve decidir-se:

- que tipo de resposta é mais adequada para cada uma;
- que tipo de escala de medida está associado às respostas;
- que métodos são os mais corretos para analisar os dados.

Segundo Cohen e Manion (1980), no sentido de garantir a comparabilidade das respostas de todos os indivíduos é absolutamente indispensável que num questionário cada questão seja colocada a cada pessoa da mesma forma, sem adaptações nem explicações suplementares resultantes da iniciativa do entrevistador.

O tipo de exploração estatística a efetuar aos resultados do questionário é também um ponto importante na sua conceção. Assim, Ghiglione e Matalon (1993) referem que a conceção e a redação de um questionário são inteiramente determinadas pela exploração estatística que para ele esteja prevista. Isto implica que se possa legitimamente enumerar as respostas para cada questão, ou seja, que se possa efetivamente considerar como equivalentes respostas semelhantes. A construção do questionário e a formulação das questões constituem, portanto, uma fase crucial do desenvolvimento de um inquérito. Uma consequência do carácter estatístico da exploração de um questionário é que o investigador nunca tem o conhecimento da totalidade das respostas de um mesmo indivíduo.

A eleição do tipo de perguntas do questionário depende do grau em que se pode antecipar as possíveis respostas, o tempo de que se disponha para as codificar e se se quer uma resposta mais precisa ou aprofundar em alguma questão. Uma recomendação para construir o questionário é que se analise, variável a variável, que tipo de pergunta, ou perguntas, podem ser mais confiáveis e válidas para medir essa variável de acordo com a situação do estudo (Sampieri et al., 2006).

Segundo Hill e Hill (2002), as perguntas do questionário podem ser fechadas ou abertas. A diferença entre as duas situa-se, essencialmente, na forma como a resposta é dada.

As perguntas abertas requerem uma resposta construída e escrita pelo respondente, ou seja, a pessoa responde com as suas próprias palavras (Hill e Hill, 2002), responde como quer, utilizando o seu próprio vocabulário, fornecendo os pormenores e fazendo os comentários que considera certos (Ghiglione e Matalon, 1993).

Sampieri et al. (2006) referem ainda que as perguntas abertas proporcionam uma informação mais ampla e são particularmente úteis quando não temos informação sobre as possíveis respostas das pessoas ou quando esta é insuficiente. Estas perguntas não se limitam, de antemão, às alternativas de resposta, pelo que o número de categorias de resposta é muito elevado¹²⁷. A sua maior desvantagem é que são mais difíceis de codificar, classificar e preparar para a análise. Além disso, os sujeitos que têm mais dificuldade em expressar-se de forma oral ou escrita talvez não respondam com precisão ou com a realidade que se deseja ou podem, inclusivamente, gerar confusão nas respostas¹²⁸.

Nas perguntas fechadas, o respondente tem de escolher entre respostas alternativas fornecidas pelo autor (Hill e Hill, 2002). Segundo Sampieri et al. (2006), para formular perguntas fechadas é necessário antecipar as possíveis alternativas de resposta, sendo assim muito difícil planeá-las. Além disso, o investigador deve assegurar-se que os participantes, aos quais se administram os questionários, conhecem e compreendem as categorias de resposta. Essas categorias ou opções de resposta são previamente delimitadas (e definidas *a priori* pelo investigador) e podem ser dicotómicas, com duas opções de resposta ou ter mais que duas opções de resposta.

Ghiglione e Matalon (1993) referem que após ter sido colocado este tipo de questão apresenta-se à pessoa uma lista pré-estabelecida de respostas possíveis de entre as quais lhes pedimos para indicar a que melhor (ou melhores) corresponde à resposta que se deseja dar. Assim, a redação da questão afeta, certamente, a resposta, dentro dos limites que são, aliás, variáveis de acordo com o conteúdo. Uma boa questão nunca deve, portanto, sugerir qualquer resposta e não deve exprimir qualquer expectativa.

As perguntas fechadas são mais fáceis de codificar e preparar para a sua análise. Estas perguntas requerem um menor esforço por parte dos inquiridos. Estes não têm que escrever ou verbalizar pensamentos, mas sim selecionar as alternativas que sintetizem melhor a sua resposta. Responder a um questionário com perguntas fechadas consome menos tempo do que responder com perguntas abertas (Vinuesa, 2005). Segundo o mesmo autor, é também reduzida a ambiguidade das respostas e favorece-se as comparações entre respostas. A principal desvantagem das perguntas fechadas reside no facto de limitarem as respostas da amostra e, em determinadas ocasiões, nenhuma das categorias descreve com exatidão o que as pessoas têm em mente. Nem sempre se

¹²⁷ Teoricamente é infinito e pode variar de população para população (Sampieri et al., 2006).

¹²⁸ Ao nível educativo, a capacidade de manuseamento da linguagem e outros fatores podem afetar a qualidade das respostas (Black e Champion, 1976).

captura o que se passa na mente dos sujeitos. A sua redação exige também um maior esforço e um profundo conhecimento e planeamento por parte do investigador.

Posto isto, e segundo Sampieri et al. (2006), existem, assim, vantagens e desvantagens na escolha de perguntas abertas e fechadas. Temos de ter em conta que um questionário obedece a diferentes necessidades e a um problema de investigação, originando que, em cada estudo, o tipo de perguntas seja distinto. Algumas vezes incluem-se só perguntas fechadas e outras só perguntas abertas e, em certos casos, ambos os tipos de perguntas.

Deste modo, de acordo com Hill e Hill (2002), perante o tipo de perguntas é possível, portanto, desenvolver três tipos de questionário:

a) *questionário que só contenha perguntas abertas*: quando o investigador não tem tempo para as fazer; quando não há muita literatura acerca do assunto; quando se pretende obter informação qualitativa.

b) *questionário que só contenha perguntas fechadas*: quando o investigador conhece bem a natureza das variáveis; quais são as mais importantes na investigação; quando quer obter informação quantitativa.

c) *questionário que contenha perguntas abertas e fechadas*: quando se pretende obter informação qualitativa para complementar e contextualizar a informação quantitativa obtida pelas outras variáveis.

Por fim, o questionário deve ser testado para verificar, entre outros aspetos, se todas as questões são compreendidas pelos inquiridos da mesma forma, e da forma prevista pelo investigador; se não haverá perguntas inúteis, inadequadas à informação pretendida, demasiado difíceis ou a que um grande número de sujeitos se recusa a responder, por serem tendenciosas; se não faltarão perguntas relevantes; se os inquiridos não considerarão o questionário demasiado longo, aborrecido ou difícil. Este procedimento, designado por pré-teste, poderá também permitir averiguar as condições em que o questionário deverá ser aplicado, a sua qualidade gráfica, e a adequação das instruções que o acompanham.

O questionário poderá ser administrado primeiro a um pequeno número de pessoas que conheçam o tema do questionário, em condições de identificar os seus maiores problemas e as sugestões para o melhorar, preferencialmente através de entrevista. Seguidamente deverá ser aplicado a uma pequena amostra de indivíduos pertencentes à população do inquérito (mas que não façam parte da amostra selecionada). A amostra deverá ser encorajada a fazer observações e sugestões que digam respeito ao questionário no seu todo e a cada uma das perguntas. Após uma análise cuidadosa das

respostas dadas dever-se-á proceder à redação definitiva do questionário (Carmo e Ferreira, 1998).

O questionário construído e aplicado neste estudo subdividiu-se assim em três grupos principais: 1) uma questão aberta em que se solicitava às crianças que fizessem um desenho que ilustrasse o que seria para elas um micróbio e a sua respetiva legenda; 2) uma secção de questões fechadas em que era solicitado a escolha de uma resposta de três alternativas possíveis; 3) uma outra secção com questões fechadas em que as crianças escolhiam três opções alternativas de oito possíveis.

Desta forma, o questionário obedeceu a uma tipologia mista (com questões abertas e fechadas). Outros aspetos referenciados pelos autores aqui abordados, nomeadamente, a facilidade e clareza na compreensão das questões, a menor disponibilidade de tempo e facilidade na análise estatística das respostas foram aspetos tidos em consideração pelo investigador na escolha do questionário constituído maioritariamente por questões fechadas.

Antes da sua aplicação, o questionário foi sujeito à apreciação de duas professoras do 1.º e do 2.º CEB assim como a quatro alunos do 1.º e do 2.º CEB, respetivamente. Ouidas as docentes e os alunos, foram feitas algumas alterações aos questionários, nomeadamente relacionadas com algum vocabulário utilizado, tendo-se procedido à redação e impressão da versão final para aplicação ao publico alvo.

5.4 Participantes

5.4.1 Universo e amostra

Os participantes neste estudo integram os alunos do 5.º e 7.º anos de escolaridade do concelho de Bragança, do ano letivo de 2010/2011. O questionário foi aplicado a uma amostra de 439 alunos dos respetivos anos de escolaridade, no início do ano letivo.

5.4.1.1 Caracterização dos grupos focais em estudo

No Quadro 37 apresenta-se sucintamente o nome das escolas e turmas envolvidas na aplicação do questionário, respetivos anos e número de alunos que participaram no estudo.

Quadro 37 – Distribuição dos alunos pelos agrupamentos de escola

Agrupamento de Escolas	Turmas (ano de escolaridade)	Nº de alunos	
Paulo Quintela	5º ano	204	
	7º ano	36	235
Abade de Baçal	7º ano	69	
Augusto Moreno	7º ano	50	
Emídio Garcia	7º ano	80	
		TOTAL	439

5.4.1.1.1 Distribuição dos alunos por idade, sexo e ano de escolaridade

No Quadro 38 apresenta-se a relação entre o sexo dos participantes e os anos de escolaridade que frequentam. Verifica-se que no 5.º ano existem mais rapazes que raparigas, acontecendo o inverso no 7.º ano. Considerando o total de rapazes e raparigas inquiridos, os rapazes aparecem assim em 51,7% e as raparigas em 48,3%.

Quadro 38 - Ano de escolaridade / Sexo

	Ano de escolaridade	Sexo		Total
		Masculino	Feminino	
	5.º	90	97	187
	7.º	121	100	221
	Total	211	197	408 ¹²⁹

As idades mais frequentes (moda) são, no caso do 5.º ano, 10 anos e no caso do 7.º ano, 12 anos (Quadro 39).

Quadro 39 – Distribuição entre a idade e o sexo

	Idade	Sexo		Total
		Masculino	Feminino	
	9	8	17	25
	10	73	67	140
	11	20	19	39
	12	94	79	173
	13	10	10	20
	14	4	5	9
	15	2	0	2
	Total	211	197	408

¹²⁹ Este valor corresponde ao número de questionários válidos do total inicial de 439. Mais à frente explicar-se-á os critérios que levaram a excluir os 31 questionários.

5.4.2 Critérios de seleção dos participantes

Segundo Sampieri et al. (2006), num processo quantitativo, a amostra é um subgrupo da população de interesse, sobre a qual se recolherão os dados, pelo que, deverá ser definida de antemão com precisão.

A seleção da amostra foi *baseada em critérios*, considerando que o investigador escolheu um perfil de indivíduos, o mais próximo e desejável relativamente ao que se pretendia para o interesse do estudo (Goetz e LeCompte, 1988). Deste modo, trata-se de uma *amostra não aleatória*, permitindo ao investigador a seleção dos sujeitos.

Assim, era importante que os alunos aos quais seria aplicado o questionário preenchessem os seguintes requisitos:

- a) Pertencessem ao concelho de Bragança;
- b) Tivessem terminado recentemente o 1.º e o 2.º CEB.

O primeiro requisito esteve relacionado com a conveniência do investigador, dado viver e lecionar na cidade de Bragança, e, desta forma, dispender o mínimo tempo possível na distribuição, aplicação e recolha dos questionários. O segundo requisito relacionou-se com o facto de se pretender saber quais as conceções alternativas que os alunos apresentam no final do 1.º e do 2.º CEB, sendo que, para isso, seria condição necessária estes alunos estarem a frequentar o 5.º e o 7.º anos de escolaridade, respetivamente. Por outro lado, não era desejável que os conteúdos curriculares do 5.º e do 7.º ano influenciassem as respostas, pelo que o questionário foi aplicado no início do ano letivo.

5.4.3 Contactos e acessibilidades

Após a seleção dos sujeitos para o estudo, o investigador deve decidir com quem estabelece contacto, como fazê-lo e como manter essa relação (Goetz e LeCompte, 1988). Os contactos foram estabelecidos com os diretores dos agrupamentos de escola das instituições de educação e ensino onde foram aplicados os questionários. Foi elaborada uma carta com o pedido de autorização para a aplicação do questionário (ANEXO VIII). O investigador dirigiu-se, pessoalmente, às sedes dos agrupamentos das escolas tendo entregue, diretamente, a carta e um exemplar do questionário aos respetivos diretores. O investigador foi informado que o questionário teria de ser apreciado em reunião de Conselho Pedagógico e só após a sua aprovação seria dada autorização para aplicá-lo aos alunos. Após a aprovação do questionário, o investigador iniciou a aplicação dos mesmos nas escolas anteriormente referidas.

5.5 Resultados e discussão

Nesta fase do estudo foram aplicados 439 questionários a alunos do 5.º e 7.º ano de escolaridade. Dos questionários aplicados 408 foram considerados válidos.

As situações de resposta que levaram a considerar inválidos os 31 questionários, e que podem ter ocorrido de forma isolada ou em simultâneo, foram os seguintes:

- a) falta de resposta a uma ou mais questões no GRUPO 1 e/ou no GRUPO 2;
- b) no GRUPO 2, qualquer resposta que não tivesse correspondido a uma escolha de três opções listadas (ex.: sem resposta, menos de três opções ou mais de três opções).

5.5.1 Análise e discussão das questões fechadas

As questões fechadas encontram-se distribuídas no questionário por dois grupos distintos. Assim, no GRUPO 1 encontram-se as questões 4 a 19 e no GRUPO 2 as questões 20 a 26. Os dados recolhidos foram introduzidos no programa estatístico SPSS¹³⁰ e posteriormente tratados. As tabelas que se apresentam de seguida integram apenas os dados com resposta. As opções não respondidas pelos alunos (em que nenhum aluno escolheu determinada opção como resposta) não foram consideradas na incorporação dos dados nas tabelas de resultados. No entanto, nesses casos, na discussão da questão em causa é referida a não resposta.

5.5.1.1 Questões do GRUPO 1

Nestas questões, os alunos escolheram uma opção de resposta de entre três opções alternativas.

Questão 4 – *Os micróbios são seres vivos?*

Verificou-se que 88,5% dos alunos considera os micróbios seres vivos. Ideia mais frequente no 7.º ano que no 5.º ano (Quadro 40). Estes resultados coincidem com os encontrados por Piaget (1929); Carey (1985); Inagaki e Hatano (2002), que referem que as crianças mais novas tendem a categorizar os microrganismos como entidades abstratas, atribuindo-lhes rótulos como poeiras, sujidades, etc. Verifica-se, neste sentido, que as

¹³⁰ Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Versão 19.

crianças inquiridas apresentam maior dificuldade em compreender os microrganismos como seres vivos, comparativamente às mais velhas, apoiando a ideia de que a percepção dos conceitos em biologia aumentam ou melhoram com a idade (Piaget, 1929).

Em relação ao 5.º ano, este resultado poderá levar a uma reflexão, tendo em consideração que se os alunos, chegados ao final do 1.º CEB, têm a noção de que os microrganismos são seres vivos, esta poderia ser uma temática mais desenvolvida nesse ciclo de ensino¹³¹. Relativamente ao 7.º ano, o facto desta temática ter sido abordada no 2.º CEB, justifica porque mais alunos do 7.º ano têm esta percepção, evidenciando aqui uma influência do ensino formal nos alunos, relativamente ao tema microrganismos (Byrne, 2011).

Quadro 40 – Relação entre ano de escolaridade e a questão 4

	Os micróbios são seres vivos?				Total		
	Sim		Não				
	F	%	F	%	F	%	
Ano de escolaridade	5.º	158	43,8	29	61,7	187	45,8
	7.º	203	56,2	18	38,3	221	51,2
Total		361	88,5	47	11,5	408	100

Questão 5 - *Em qual dos seguintes grupos inclui os micróbios?*

Apesar da maioria dos alunos (63,7%) ter classificado os micróbios como *não são animais nem plantas*, salienta-se a quantidade de respostas, tanto no 5.º como no 7.º ano, que consideram os microrganismos como pertencendo ao reino dos animais (Quadro 41).

Este resultado é apoiado pelos encontrados por Nagy (1953); Vasquez (1985) e Simonneaux (2000), que verificaram que muitas das crianças atribuíam características animais quando solicitadas a fazerem desenhos de microrganismos. Apesar de alguns investigadores terem detetado uma diferença entre a atribuição de classificação animal aos microrganismos pelas crianças mais novas relativamente a crianças mais velhas¹³², os resultados aqui encontrados apontam para pouca diferença entre o 5.º e o 7.º ano.

¹³¹ As considerações relatadas nos resultados da fase anterior do estudo, nomeadamente em relação à não abordagem deste seres vivos no programa do 1.º CEB¹³¹ assim como o não reconhecimento da presença deste seres nos diversos fenómenos do quotidiano da criança em que estes são protagonistas, ganham mais sentido quando sabemos que a percepção inicial dos alunos relativamente a estes seres está correta.

¹³² Byrne (2011) verificou que os alunos de 7 anos consideram os microrganismos como animais, enquanto que os de 11 e 14 apresentaram dúvidas em relação à atribuição animal a estes seres, considerando elas que são parecidos com animais

A temática relacionada com a classificação dos seres vivos, incluindo os microrganismos, é um conteúdo abordado no programa e manuais do 5.º ano. Como pudemos verificar na fase anterior deste estudo, é apresentada aos alunos, pela primeira vez, a classificação em 5 reinos, passando a tomar conhecimento que para além dos animais e plantas existem outros reinos no mundo vivo. Tendo em consideração este facto e a diferença entre os resultados encontrados entre o 5.º e o 7.º ano (55,8%/44,2%), pode dizer-se que esta conceção alternativa (classificar os microrganismos como animais) apresenta alguma resistência, mesmo após a abordagem do conteúdo no ensino formal. Este aspeto pode estar relacionado com o facto de na altura em que este conteúdo foi abordado, a criança ter tido a necessidade de encontrar uma classificação própria para os micróbios, segundo a realidade que conhecia. Não lhe tendo sido indicado, no 1.º CEB, relativamente à classificação dos seres vivos, nenhum outro grupo de seres vivos para além de “animais” e “plantas”, a maioria das crianças coloca os microrganismos na categoria “animais”.

A análise aos desenhos elaborados pelas crianças, analisados mais à frente, vem reforçar a manifestação desta conceção, onde é evidente a representação animal¹³³.

A atribuição de antropomorfismos aos microrganismos por parte das crianças (Byrne et al., 2009) leva-as a considerar que a sua maioria apresenta movimento e, no seguimento do que defende Tamir et al. (1981), este facto é mais associado a animais que a plantas, sendo, assim, possível que as crianças associem mais facilmente os microrganismos a animais em detrimento das plantas.

Quadro 41 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 5

	Em qual dos seguintes grupos inclui os micróbios?						Total	
	Animais		Plantas		Não são animais nem plantas		F	%
	F	%	F	%	F	%		
Ano de escolaridade 5º	77	55,8	8	80	102	39,2	187	45,8
7º	61	44,2	2	20	158	60,8	221	51,2
Total	138	33,8	10	2,5	260	63,7	408	100

Questão 6- Os micróbios são de que tamanho?

A grande maioria dos alunos (98%) reconhece o tamanho microscópico dos microrganismos e a necessidade do uso de um instrumento de ampliação para se

(usando o animal como analogia e facilitador da sua explicação do conceito). As crianças mais velhas mostraram, assim, incerteza na classificação dos microrganismos.

¹³³ Existe uma percentagem muito baixa de alunos que considera os micróbios como pertencentes ao reino das plantas.

conseguirem ver (Quadro 42). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Maxted (1984), Simonneaux (2000) e Byrne e Grace (2006). Estas últimas autoras referem, contudo, ser mais difícil para as crianças mais novas entenderem o facto de existirem seres que não são visíveis a olho nu. No entanto, os resultados encontrados relativamente a esta questão colocam as crianças do 5.º e 7.º anos no mesmo nível de perceção relativamente a este item.

Quadro 42 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 6

	Os micróbios são de que tamanho?				Total	
	Podem-se ver a olho nu		Só se conseguem ver com a ajuda de um instrumento de ampliação (lupa ou microscópio)			
	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade 5.º	5	62,5	182	45,5	187	45,8
7.º	3	37,5	218	54,5	221	51,2
Total	8	2,0	400	98,0	408	100

Questão 7 – Quando compramos um produto alimentar, a informação mais importante para que devemos olhar é...

Relativamente à informação na compra de um produto alimentar, 96,3% dos alunos considera o prazo de validade como o mais importante (Quando 43). Os resultados entre no 5.º e o 7.º são muito semelhantes (94,7%/97,7%). Este é um conteúdo abordado logo no 1.º. CEB e que parece ser entendido pela maioria das crianças.

Quadro 43 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 7

	Quando compramos um produto alimentar, a informação mais importante para que devemos olhar é:						Total	
	O prazo de validade		A cor da embalagem		Se traz um brinde			
	F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade 5.º	177	94,7	7	3,7	3	1,6	187	45,8
7.º	216	97,7	2	0,9	3	1,4	221	51,2
Total	393	96,3	9	2,2	6	1,5	408	100

Questão 8 – Na tua opinião, os micróbios podem ser...

Relativamente à conotação dada aos microrganismos verifica-se que 67,2% dos alunos considera que existem micróbios benéficos e outros prejudiciais. De salientar, no entanto, a diferença entre o 5.º e o 7.º ano (47,6%/83,7%) (Quadro 44). Tal facto poderá dever-se aos alunos do 7.º ano terem abordado esta temática no 6.º ano de escolaridade. A percentagem de alunos do 5.º ano que considera que só existem micróbios prejudiciais (48,1%) é muito semelhante à dos que, no mesmo grupo, consideram a existência de micróbios benéficos e prejudiciais (47,6%).

Segundo Jones e Rua (2006) e Byrne (2011), a conotação negativa atribuída aos microrganismos é frequente nos alunos e é uma ideia que tende a ser resistente ao longo do tempo, mesmo após o ensino formal onde se abordam os aspetos positivos relacionados com estes seres vivos. O facto deste tema não ser abordado no 1.º CEB, leva a que os alunos cheguem ao 5.º ano com a conceção ou ideia de conotação negativa.

A conotação negativa atribuída aos micróbios é um assunto bastante difícil de tratar, dado o nível constante de pressão social associada à conotação negativa dos microrganismos. De acordo com alguns autores (Prout, 1985; Springer e Ruckel, 1995) a criança, no seu quotidiano, está em contacto com informação constante acerca dos microrganismos que conotam, na sua esmagadora maioria, negativamente associando-os quase exclusivamente ao aparecimento de doença. Se nos primeiros anos de escolaridade não forem discutidos, para além dos aspetos negativos, outros fenómenos importantes do nosso dia a dia em que os microrganismos desempenham um papel benéfico, mais tarde, quando a criança é confrontada com este facto, poderá ser mais difícil promover a mudança conceptual.

Quadro 44 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 8

	Na tua opinião, os micróbios podem ser:						Total		
	Todos benéficos		Todos prejudiciais		Uns são benéficos e outros são prejudiciais				
	F	%	F	%	F	%	F	%	
Ano de escolaridade	5.º	8	4,3	90	48,1	89	47,6	187	45,8
	7.º	4	1,8	32	14,5	185	83,7	221	51,2
Total		12	2,9	122	29,9	274	67,2	408	100

Questão 9 – ***A razão principal por que devemos guardar no frigorífico um pacote de leite depois de aberto é...***

Os resultados mostram que a grande maioria dos alunos (82,3%) reconhece a refrigeração como um método para conservar os alimentos durante mais tempo, neste caso específico um pacote de leite aberto (Quadro 45). Entre os alunos do 5.º ano e do 7.º ano, (74,9%/88,7%), estes últimos reconhecem mais a utilidade do uso deste método de conservação. Desta forma, no 5º ano, são mais frequentes as respostas como “*para o leite manter o sabor*” ou “*para o leite não ganhar cheiro*”. Opções afastadas da principal razão do uso deste método de conservação.

Quadro 45 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 9

		A razão principal por que devemos guardar no frigorífico um pacote de leite depois de aberto é:						Total	
		O leite manter o sabor		O leite não ganhar mau cheiro		O leite conservar-se mais tempo			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	19	10,1	28	15,0	140	74,9	187	45,8
	7.º	11	5,0	14	6,3	196	88,7	221	51,2
Total		30	7,4	42	10,3	336	82,3	408	100

Questão 10 – ***A razão principal que faz com que os alimentos se estraguem é...***

Relativamente à razão pela qual os alimentos se estragam, 63% dos alunos reconhecem que “*os micróbios podem crescer nos alimentos*”, atribuindo a responsabilidade do fenómeno (estragar alimentos) aos micróbios (Quadro 46). Embora com pouca diferença percentual, o 7.º ano surge com mais alunos a atribuírem aos micróbios a deterioração dos alimentos. Implícita nesta opção está uma conotação negativa atribuída aos micróbios. Os alimentos “*ficam com mau sabor*” é também uma opção escolhida por 22% dos alunos, desta vez mais escolhida pelos alunos do 5.º ano.

Quadro 46 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 10

		A razão principal que faz com que os alimentos se estraguem é:						Total	
		Começam a ficar velhos e com mau aspeto		Os micróbios podem crescer nos alimentos		Ficam com mau sabor			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	33	17,6	106	56,7	48	25,7	187	45,8
	7.º	28	12,7	151	68,3	42	19	221	51,2
Total		61	15,0	257	63,0	90	22,0	408	100

Questão 11 – A causa principal que faz apodrecer uma maçã é...

Relativamente à causa do apodrecimento de uma maçã, esta é atribuída aos micróbios por cerca de 73,3% dos alunos, com frequências próximas entre o 5.º ano e o 7º ano. O fator *tempo* foi escolhido também por cerca de 22,5% dos alunos, com escolhas repartidas entre os dois anos (24,2%/21,3%) (Quadro 47). Os micróbios são assim responsabilizados pela degradação dos alimentos. A atribuição a causas físicas, como o sol, parece ter uma fraca manifestação ao contrário do que encontrou Byrne (2006) num dos seus estudos¹³⁴. Malandrakis (2003) e Leach (1996) identificam também nas suas investigações a atribuição da degradação a fatores físicos, por parte de algumas crianças.

Quadro 47 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 11

		A causa principal que faz apodrecer uma maçã é:						Total	
		Apanhar muito sol		Estar no mesmo local muito tempo		Os micróbios			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	12	6,4	45	24,1	130	69,5	187	45,8
	7.º	5	2,2	47	21,3	169	76,5	221	51,2
Total		17	4,2	92	22,5	299	73,3	408	100

¹³⁴ Byrne (2006), verificou que, para grande parte das crianças do seu estudo, a decomposição era vista como um processo devido a causas físicas e não aos micróbios. A maioria das crianças não tinha a noção do ciclo dos nutrientes e viam o processo de decomposição como um processo que acaba em si atribuindo como o resultado final o “desaparecimento” das substâncias.

Questão 12 – ***O mais importante quando lavas as mãos antes de comer é...***

Relativamente à importância de lavar as mãos antes de comer, 63,7% dos alunos dizem que o devem fazer pois podem ficar doentes (Quadro 48). Aqui a atribuição de doença pode estar associada aos microrganismos e evidenciar que as crianças sabem que têm micróbios nas mãos. No entanto, trata-se apenas de uma suposição, dada à tipologia da questão (fechada). Aquando da análise das questões do GRUPO 2 poder-se-á tirar mais conclusões acerca desta questão.

De salientar a quantidade de alunos que dizem que devem lavar as mãos porque podem estar sujas (34,6%), sendo esta a segunda categoria de resposta mais escolhida. A seleção desta opção, em vez de *“fazê-lo porque podes ficar doente”*, pode indicar que estas escolhas estão associadas ao cumprimento de uma regra simples de que *“não se deve comer sem lavar as mãos”*, mais como uma necessidade de não cair em incumprimento moral de uma regra, em vez do reconhecimento de que podem, de facto, ficar doentes se comerem sem lavar as mãos. Este aspeto torna-se muito importante, uma vez que ao longo do 1.º CEB a temática da higiene do corpo é abordada sem nunca referir aos alunos que o devem fazer pelo facto de poderem ter microrganismos prejudiciais nas suas mãos. Tanto no programa como nos manuais, todos os conteúdos relacionados com a higiene são abordados como conselhos a seguir ou regras de boa conduta, sem explicação do significado do comportamento.

Quadro 48 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 12

		O mais importante quando lavas as mãos antes de comer é:						Total	
		Fazê-lo porque te mandam		Fazê-lo pois podes ter as mãos sujas		Fazê-lo pois podes ficar doente			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	5	2,7	54	28,9	128	68,4	187	45,8
	7.º	2	0,9	87	39,4	132	59,7	221	51,2
Total		7	1,70	141	34,6	260	63,7	408	100

Questão 13 – ***O mais importante quando lavas a fruta antes de a comer é...:***

Relativamente à higiene dos alimentos, aqui representada numa maçã, que se deve lavar antes do seu consumo, 62,5% dos alunos referem que devem *“fazê-lo pois pode estar suja”*. A segunda resposta mais escolhida foi *“fazê-lo pois pode ficar a doer-te a barriga”* com 34,5% das respostas (Quadro 49). É, assim, dada mais importância à possível

“sujidade” do alimento do que a *consequência* que daí pode advir ao ingeri-lo sem o lavar. Tal como na questão anterior, este tipo de preferência de resposta leva a pensar que os alunos assumem estes procedimentos como uma norma ou regra a cumprir sem, no entanto, valorizar a justificação científica desse comportamento.

Quadro 49 – Relação entre ano de escolaridade e a questão 13

		O mais importante quando lavas a fruta antes de a comer é:						Total	
		Fazê-lo pois pode ficar a doer-te a barriga		Fazê-lo pois pode estar suja		Fazê-lo pois assim os frutos ficam mais brilhantes			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	78	41,7	100	53,5	9	4,8	187	45,8
	7.º	63	28,5	155	70,1	3	1,4	221	51,2
Total		141	34,5	255	62,5	12	3,0	408	100

Questão 14 – *O mais importante quando lavas os dentes depois de comer é...*

Tal como na questão anterior, esta pergunta está relacionada com a higiene. Neste caso, da boca. A esmagadora maioria dos alunos (95,1%) considera que é importante lavar os dentes depois de comer porque podem ficar com cáries nos dentes. A frequência das respostas do 5.º e do 7.º ano são semelhantes relativamente a este conteúdo (Quadro 50).

Este comportamento preventivo da cárie dentária é um tema amplamente abordado nas escolas e divulgado na comunicação social. As crianças têm acesso facilitado a essa informação e, de facto, é algo que está enraizado na sua percepção. No entanto, verifica-se que apesar de grande parte das crianças reconhecerem a importância de lavar os dentes depois das refeições, elas desconhecem o que provoca a cárie dentária. Ou seja, conhecem as suas consequências e a importância do comportamento (lavar os dentes), mas desconhecem a origem e as causas do problema. Este será um aspeto a analisar nos resultados da intervenção educativa realizada na terceira fase do trabalho.

Esta questão tinha outra opção de resposta: “*Fazê-lo porque te mandam*” que nenhum aluno escolheu como resposta, daí não estar incluída no Quadro 50.

Decorrente, ainda, da análise do Quadro 50, salienta-se que onze alunos do 5.º ano e nove alunos do 7.º ano responderam que deviam lavar os dentes *para ficar a cheirar bem da boca*. Associado a esta resposta está um carácter “estético” do procedimento de lavar os dentes desviado do seu verdadeiro significado ou função.

Quadro 50 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 14

		O mais importante quando lavas os dentes depois de comer é:				Total	
		Fazê-lo para ficares a cheirar bem da boca		Fazê-lo porque podes ficar com cáries nos dentes			
		F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	11	5,9	176	94,1	187	45,8
	7.º	9	4,1	212	95,9	221	51,2
Total		20	4,9	388	95,1	408	100

Questão 15 – A frase que melhor explica o que é uma vacina é...

Relativamente às vacinas, 72,6% dos alunos referem que *são substâncias que nos protegem de certos micróbios* com uma maior frequência de resposta nos alunos do 7.º ano (79,2%) do que no 5.º ano (64,7%) (Quadro 51). Esta diferença que pode ser justificada pelo facto de, no 2.º CEB, este ser um conteúdo que faz parte dos programas e manuais. Assim, o carácter preventivo das vacinas é reconhecido e somente 20% dos alunos vê as vacinas como a “cura de doença”, matando os micróbios. Ainda assim, há alunos do 7.º ano (7,2%) que consideram a vacina como *substâncias que nos são injetadas, usando uma seringa*, desvalorizando, por completo, a sua função no organismo.

Quadro 51 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 15

		A frase que explica melhor o que é uma vacina é:						Total	
		São substâncias que nos são injetadas, usando uma seringa		São substâncias que matam os micróbios		São substâncias que nos protegem de certos micróbios			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	13	7,0	53	28,3	121	64,7	187	45,8
	7.º	16	7,2	30	13,6	175	79,2	221	51,2
Total		29	7,1	83	20,3	296	72,6	408	100

Questão 16: A razão principal por que devemos ser vacinados é...

Relativamente à razão pela qual devemos ser vacinados, a maioria dos alunos (77,2%) apresenta uma ideia correta relacionada com a prevenção. No entanto, 14,7% dos

alunos associa a vacina à cura da doença, em detrimento da prevenção¹³⁵ (Quadro 52). No caso do 5.º ano, o resultado poderá relacionar-se com o facto de no 1.º CEB esta temática ser bastante valorizada no que diz respeito à toma da vacina (como uma regra) e ao cumprimento do boletim de vacinas (associado ao cumprimento de um calendário). Este facto poderá justificar os 9,6% de alunos que no 5.º ano responderam que a razão principal por que devemos ser vacinados é *cumprirmos o calendário de vacinação*.

Quadro 52 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 16

		A razão principal por que devemos ser vacinados é:						Total	
		Cumprimos o calendário de vacinação		Não ficarmos doentes		Ficarmos bons quando estamos doentes			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	18	9,6	132	70,6	37	19,8	187	45,8
	7.º	15	6,8	183	82,8	23	10,4	221	51,2
Total		33	8,1	315	77,2	60	14,7	408	100

Questão 17 – ***Quando fazes uma ferida porque a deves desinfetar?***

Verificou-se que 83,8% dos alunos considera que quando desinfetamos uma ferida será *para matar os micróbios*, apresentando uma ideia correta. No entanto, verifica-se que em percentagens semelhantes, tanto no 5.º como no 7.º ano (12,8%/13,1%), encontram-se alunos que acham que desinfetar uma ferida serve *para tirar a sujidade* (Quadro 53). Em relação ao 5.º ano, este resultado vem ao encontro do modo como este conteúdo é abordado no 1.º CEB. De facto, verifica-se que neste ciclo, os conteúdos relacionados com os primeiros socorros, nomeadamente na desinfeção de feridas, apresentam-se nos manuais como a descrição de um procedimento, não sendo explicado ao aluno a razão pela qual esse procedimento é realizado.

¹³⁵ Aspeto também referenciado por Byrne (2011).

Quadro 53 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 17

		Quando fazes uma ferida porque a deves desinfetar?						Total	
		Para tirar a sujidade		Para matar os micróbios		Para não deixar cicatriz			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	24	12,8	154	82,3	9	4,9	187	45,8
	7.º	29	13,1	188	85,1	4	1,8	221	51,2
Total		53	13,0	342	83,8	13	3,2	408	100

Questão 18 – *O que achas que acontece quando um ser vivo morre?*

Através dos resultados obtidos verifica-se que 85,5% dos alunos, com uma elevada percentagem em ambos os anos de escolaridade (84%/86,9%), atribuem aos micróbios a causa da degradação de um ser vivo quando este morre (Quadro 54). Estes resultados contrariam os encontrados por Leach et al. (1996); Malandrakis (2003); Byrne e Grace (2006) e Zômpero e Laburú (2010) que verificaram que as crianças não associam os microrganismos ao processo de decomposição, apontando como responsáveis fatores abióticos como a chuva, o calor ou o tempo.

Esta ideia pode ter, no entanto, uma outra origem, que não a educação formal. Assim, no 1.º CEB esta temática não é abordada nem é atribuída aos micróbios a responsabilidade na degradação dos seres quando morrem. A ideia, correta, apresentada pela maioria das crianças, pode estar relacionada com o seu meio sócio-cultural e familiar, quando, por exemplo, é confrontada com situações em que se depara com a morte de um animal.

Uma conceção alternativa conhecida por ser bastante resistente, relativamente a este assunto, é a ideia de que um ser vivo quando morre *desaparece no solo*, resultado que vem ao encontro dos referidos por Sequeira e Freitas (1986) e Byrne (2011). Cerca de 11,3% dos alunos escolheram esta opção, em percentagens semelhantes nos dois anos (11,2%/11,3%). Esta evidência relatada pelo senso comum, de que um ser vivo quando morre, ao ser enterrado, deixa de existir nesse local, portanto, “desaparece”, é uma ideia que promove a manutenção da conceção “*desaparece no solo*”.

Quadro 54 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 18

		O que achas que acontece quando um ser vivo morre?						Total	
		Mantém-se inalterado		Desaparece no solo		É degradado pelos micróbios			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	9	4,8	21	11,2	157	84,0	187	45,8
	7.º	4	1,8	25	11,3	192	86,9	221	51,2
Total		13	3,2	46	11,3	349	85,5	408	100

Questão 19 – ***A frase que explica melhor o que é um material biodegradável é...***

Apesar de uma percentagem significativa dos alunos considerar que um material biodegradável é um material que é decomposto por seres vivos (65,4%), a restante percentagem de respostas divide-se pelas outras duas opções. Assim, 16,7% dos alunos atribui à água a responsabilidade na decomposição de um material biodegradável e 17,9% à luz (Quadro 55). Há, desta forma, uma distribuição de quase metade dos alunos em relação à atribuição aos seres vivos como responsáveis pela biodegradabilidade e um outro grupo de alunos que atribuem essa biodegradabilidade a fatores físicos. Estes resultados vêm ao encontro dos registados por Leach et al. (1996); Malandrakis (2003); Zômpero e Laburú (2010).

Dentro dos fatores físicos (água e luz), estes são escolhidos em maior percentagem pelo grupo do 5.º ano (25% em relação à água e 21,3% em relação à luz) comparativamente com o 7.º ano (9,1% e 14,9%, respetivamente).

Quadro 55 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 19

		A frase que explica melhor o que é um material biodegradável é:						Total	
		Um material que é decomposto pela água		Um material que é decomposto por seres vivos		Um material que é decomposto pela luz			
		F	%	F	%	F	%	F	%
Ano de escolaridade	5.º	48	25,8	99	52,9	40	21,3	187	45,8
	7.º	20	9,1	168	76,0	33	14,9	221	51,2
Total		68	16,7	267	65,4	73	17,9	408	100

5.5.1.2 Questões do GRUPO 2

Neste grupo de questões, os alunos escolheram as três opções que consideravam as mais corretas de entre oito opções alternativas. Apresentam-se a seguir os resultados.

Questão 20 – *São micróbios os seguintes seres...*

Das opções apresentadas, as mais escolhidas foram *bactéria* (95,8%), *vírus* (94,8%) e *fungo (bolor)* (68,1%) (Quadro 56). Estas percentagens revelam que os alunos conhecem o nome de alguns micróbios, seja através da educação formal ou informal.

As opções identificadas foram as mais escolhidas pelos dois anos de escolaridade, no entanto, com maior frequência no 7.º ano. Este resultado poderá justificar-se pelo facto dos alunos do 7.º ano terem abordado estes seres vivos, durante o 2.º CEB, ao contrário dos alunos do 5.º ano.

Quadro 56 – Relação entre ano de escolaridade e a questão 20

		Bactérias		Pinheiro		Fungo (bolor)		Rato		Elefante		Cato		Vírus		Pulga		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Ano	5.º	177	45,3	3	37,5	94	33,8	7	58,3	4	50	16	84,2	175	45,2	87	70,7	187	45,8
	7.º	214	54,7	5	62,5	184	66,2	5	41,7	4	50	3	15,8	212	54,8	36	29,3	221	51,2
TOTAL		391	95,8	8	2	278	68,1	12	2,9	8	2	19	4,6	387	94,8	123	30,1	408	100

Um outro aspeto que interessa realçar é a percentagem de respostas à opção *pulga* (30,1%), mais marcada no 5.º ano (escolhida por 70,7% dos alunos). Este resultado, poderá estar relacionado com a classificação de micróbio aos seres muito pequenos que mal se conseguem ver a olho nu. Assim, muitas vezes, os alunos desenham micróbios como se fossem animais minúsculos ou insetos. Este resultado, semelhante aos encontrados por outros investigadores (Nagy, 1953; Maxted, 1984; Vasquez, 1985; Jones e Rua, 2006; Byrne et al., 2009) surge também na análise dos desenhos que os alunos deste estudo fizeram acerca dos micróbios. Importa também realçar que os 29,3% dos alunos que escolheram a opção *pulga*, são alunos do 7.º ano, o que pode significar que mesmo após a abordagem desta temática no 2.º CEB, esta conceção prevaleceu num grupo de alunos, tendo mantido, assim, uma sua resistência à mudança.

Questão 21 – ***O que é que os micróbios podem fazer?***

Relativamente ao tipo de atividades em que os microrganismos podem estar envolvidos, destacam-se as três opções mais respondidas: *Provocar doenças* (96,6%); *Estragar alimentos* (90,4%) e *Poluir a água* (72,3%) (Quadro 57). Aqui sobressai, de forma muito clara, a conotação negativa atribuída aos microrganismos, resultado que vai ao encontro dos encontrados por Byrne e Grace (2006). Na análise aos manuais do 1.º CEB, a escassa abordagem aos micróbios, associa-os unicamente à doença e à poluição. A este facto não serão alheias as opções registadas pelos alunos do 5.º ano.

Relativamente à atribuição de conotação positiva destacam-se apenas (e com uma percentagem muito inferior às opções de resposta com conotação negativa) a produção de *alimentos* e de *medicamentos*, maioritariamente respondidas por alunos do 7.º ano. Estes resultados que vão ao encontro dos autores Williams e Gillen (1991) e Simonneaux (2000), no que diz respeito à desvalorização da associação dos microrganismos à produção de alimentos, e Maxted (1984) e Simonneaux (2000) no que diz respeito à desvalorização da associação dos microrganismos na produção de medicamentos.

Quadro 57 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 21

		Alimentos (pão, iogurte, queijo)		Vidro		Medicamentos		Poluir a água		Estragar alimentos		Limpar a água dos esgotos		Madeira		Provocar doenças		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Ano	5.º	13	27,1	4	57,1	19	21,3	158	53,6	173	46,9	7	53,8	4	44,4	183	46,4	187	45,8
	7.º	35	72,9	3	42,9	70	78,7	137	46,4	196	53,1	6	46,2	5	55,6	211	53,6	221	51,2
TOTAL		48	11,8	7	1,7	89	21,8	295	72,3	369	90,4	13	3,2	9	2,2	394	96,6	408	100

Questão 22 – ***Os micróbios podem ser encontrados...***

Relativamente à perceção dos alunos em relação ao local onde podem encontrar microrganismos, as respostas dividiram-se pelas várias opções, apresentando em alguns casos, percentagens muito próximas. Esta distribuição de resposta pode indicar uma certa perceção da ubiquidade dos microrganismos por parte das crianças. Assim, as respostas que surgem em maior percentagem são *no caixote do lixo* (62,5%); *nos alimentos que comes e bebes* (44,9%) e *no ar que respiras* (44,8%). Próximas destas percentagens surgiram *no solo*, *na água do esgoto* e *na pele* (Quadro 58).

A primeira escolha (*caixote do lixo*) está diretamente relacionada com a poluição e a atribuição de um local com conotação negativa. Estes resultados corroboram com os encontrados por Maxted (1984), Jones e Rua (2006) e Byrne (2011). De reforçar que no 1.º CEB, tanto nos programas como nos manuais, a presença dos microrganismos é associada quase exclusivamente a este tipo de locais (ligação dos microrganismos à poluição e à doença).

Se por um lado, os alunos indicam *o ar* e *os alimentos que comemos e bebemos* como locais onde existem microrganismos, pode levar a pensar que, de certo modo, estão cientes das formas de transmissão de doenças (via área e oro-fecal), por outro lado, a baixa percentagem de alunos (tanto do 5.º como do 7.º ano) que identifica a *boca* e a *pele* como locais onde existem micróbios, apoia e reforça as reflexões realizadas na 1.ª parte deste trabalho, em que nas secções do programa e manuais onde é abordada a higiene corporal (lavar os dentes, tomar banho, etc.), carecem de explicação da razão pela qual as crianças devem adotar esses comportamentos. De facto, os alunos desvalorizam, ou não sabem, que temos micróbios na boca e na pele. Se o soubessem, certamente que os comportamentos salutogénicos que se propõe que tenham, teriam mais credibilidade, sentido e seriam mais frequentes entendidos na sua essência, deixando de ser apenas um cumprimento de um procedimento socialmente correto.

Quadro 58 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 22

	No ar que respiras		No solo		Nos alimentos que comes e bebes		Na tua boca		Na tua pele		Nos animais		Nas águas do esgoto		Nas plantas		No caixote do lixo		Total		
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	
Ano	5.º	70	38,2	58	47,1	80	43,7	40	54,8	54	42,2	53	61,6	74	42,5	15	78,9	117	45,9	187	45,8
	7.º	113	61,8	65	52,9	103	56,3	33	45,2	74	57,8	33	38,4	100	57,5	4	21,1	138	54,1	221	51,2
TOTAL		183	44,8	123	30,1	183	44,9	73	17,9	128	31,4	86	21,1	174	42,6	19	4,6	255	62,5	408	100

Questão 23 – Onde ouviste falar de micróbios?

Em relação ao local onde as crianças ouviram falar de micróbios, salientam-se as opções *na minha escola* (88,5%); *na televisão* (68,1%) e *em casa* (44,1%) (Quadro 59). Salvaguardando o facto de não se saber se a resposta *na minha escola* diz apenas respeito ao contexto sala de aula ou inclui, de uma forma mais generalizada, a comunidade

escolar. Através desta resposta, a escola assume-se como um meio importante para a transmissão deste tipo de conteúdos.

As mensagens transmitidas pelos media (aqui representados pela televisão) têm também um forte impacto neste tipo de informação. Considerando os vários anúncios diários, verifica-se que, quase a totalidade, abordam os microrganismos com uma conotação negativa. Esse facto pode influenciar ou reforçar a ideia negativa que as crianças apresentam em relação a estes seres vivos. Por outro lado, *em casa* foi a terceira opção mais escolhida, podendo, neste caso, a sua perceção e conotação negativa estar relacionada com indicações ou orientações dos familiares das crianças. Todos estes “canais de informação” que trazem diariamente a informação à criança vão ajudá-la na construção das suas ideias, contribuindo para a aquisição de resistências. Torna-se, portanto, importante perceber a origem dessa informação.

Quadro 59 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 23

		Na minha escola		Na televisão		Em revistas		Na Internet		Em livros		Em filmes (DVD)		Em casa		Através dos amigos		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Ano	5.º	162	44,9	118	42,4	12	41,4	51	43,2	43	30,1	45	57,0	87	48,3	45	63,4	187	45,8
	7.º	199	55,1	160	57,6	17	58,6	67	56,8	67	69,9	34	43,0	93	51,7	26	36,6	221	51,2
TOTAL		361	88,5	278	68,1	29	7,1	118	28,9	110	27	79	19,4	180	44,1	71	17,4	408	100

Questão 24 – ***As doenças podem-se transmitir...***

Nesta questão pretende-se saber qual a perceção que as crianças têm relativamente ao modo de transmissão de doenças. As respostas mais frequentes foram *quando espirras para alguém sem pôr a mão à frente da boca* (88,7%); *quando comes um alimento estragado* (69,9%) e *quando vais comer depois de teres brincado com terra* (61,5%) (Quadro 60). Aqui são identificadas pelas crianças duas formas de transmissão. No primeiro caso, a *transmissão aérea* e no segundo a *transmissão oro-fecal*. Estes resultados quando comparados com os da questão 22, onde se perguntava *onde podes encontrar micróbios*, coincidem na sua relação. Assim, existe uma relação entre a localização dos micróbios e a forma de transmissão de doenças.

Quadro 60 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 24

	Quando espirras para alguém sem por a mão à frente da boca		Quando brincas ao sol sem por o chapéu na cabeça		Quando vais comer depois de teres brincado com terra		Quando bebes uma bebida muito gelada		Quando andas a brincar à chuva		Quando és mordido por um cão		Quando apanhas muito frio		Quando comes um alimento estragado		Total		
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	
Ano	5.º	154	42,5	28	65,1	125	49,8	11	19,6	25	44,6	64	39,3	19	45,2	132	46,3	187	45,8
	7.º	208	57,5	15	34,9	126	50,2	8	80,4	31	55,4	99	60,7	23	54,8	153	53,7	221	51,2
TOTAL		362	88,7	43	10,5	251	61,5	19	4,6	56	13,7	163	40	42	10,3	285	69,9	408	100

Questão 25 – *Quais dos seguintes alimentos deves evitar levar para o lanche da escola num dia quente de verão?*

Analisando as várias respostas, as mais frequentes foram *bolo com creme* (79,4%), *iogurte* (53,9%) e *pão com doce* (46,3%). Este último com uma frequência de respostas muito próxima de *pão com queijo fresco* (42,4%) (Quadro 61). Os alunos demonstram, assim, entender que existem alimentos mais perecíveis que outros face ao calor. Verificam-se algumas diferenças nas frequências de resposta entre o 5.º e o 7.º ano, justificadas, provavelmente, pelo facto desta temática ser abordada no 2.º CEB.

Quadro 61 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 25

	Pão com queijo fresco		Pão com doce		Bolachas Maria		Iogurte		Biscoitos		Batatas fritas		Maçã		Bolo com creme		Total		
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	
Ano	5º	84	48,5	82	43,4	22	53,6	93	42,3	33	55	63	47,7	41	47,7	143	44,1	187	45,8
	7º	89	51,5	107	56,6	19	46,4	127	57,7	27	45	69	52,3	45	52,3	181	55,9	221	51,2
TOTAL		173	42,4	189	46,3	41	10	220	53,9	60	14,7	132	32,3	86	21,1	324	79,4	408	100

Questão 26 – ***Das substâncias seguintes quais as que são biodegradáveis?***

Analisando as várias respostas, as opções mais respondidas foram *cascas de laranja* (65,2%), *pássaro morto* (64%) e *folhas de plantas* (57,1%). Todas as respostas correspondem a substâncias orgânicas, portanto, facilmente biodegradáveis (Quadro 62). Verifica-se assim, que grande parte dos alunos do 5.º e 7.º ano têm a noção correta acerca do que é ou não biodegradável, apesar alguns alunos terem optado por outras respostas relacionadas com substâncias não biodegradáveis. Contudo, este aspeto poderá estar relacionado com o facto deste conteúdo ser pouco abordado ou valorizado no 1.º e 2.º CEB.

Quadro 62 - Relação entre ano de escolaridade e a questão 26

		Folhas de plantas		Garrafa de plástico		Frasco de vidro		Cascas de laranja		Lata de sumo		Fatia de queijo		Pneu de bicicleta		Pássaro morto		Total	
		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Ano	5º	102	43,8	48	44,4	33	47,1	117	44	32	50,8	81	49,1	23	39	126	48,3	187	45,8
	7º	131	56,2	60	55,6	37	52,9	149	56	31	49,2	84	50,9	36	61	135	51,7	221	51,2
TOTAL		233	57,1	108	26,5	70	17,1	266	65,2	63	15,4	165	40,4	59	14,4	261	64	408	100

5.5.2 Análise e discussão dos desenhos

A questão 3 do questionário foi a única questão aberta constante neste instrumento. Solicitou-se às crianças que fizessem um desenho que ilustrasse um micróbio e o legendassem. Após a análise dos desenhos foi feita a sua categorização, segundo as categorias e subcategorias apresentadas na secção seguinte.

5.5.2.1 Definição e análise das categorias

A categorização dos desenhos teve como base uma adaptação das categorias usadas por Byrne et al. (2009). Assim, neste estudo de investigação, as categorias definidas tiveram em consideração três fatores:

- a) **FORMA**: antropomorfização do desenho;
- b) **APARÊNCIA**: proximidade do desenhado com a imagem real de um microrganismo;

- c) **CONOTAÇÃO**: atribuição de conotação negativa, positiva, ambas ou nenhuma delas, ao desenho.

Quanto à **FORMA** o desenho pode ser:

Antropomórfico

Nesta categoria cabem todos os desenhos que evidenciem características humanizadas, como a presença de membros superiores e inferiores e outros elementos humanizados.

Não Antropomórfico

Apresenta uma forma diferente da humana.

Quanto à **APARÊNCIA**, os desenhos foram classificados do seguinte modo:

Real (R) – se o desenho é próximo do real, tal como vemos os micróbios ao microscópio.

Não Real (NR) – se o desenho se afasta da realidade ou do mais próximo do que aparenta um micróbio. Dentro desta categoria considerou-se ainda a divisão em **ANIMAL** e **NÃO ANIMAL**. Esta última classificação relaciona-se com a presença (ou não) de elementos desenhados que aproxime os micróbios a animais (ex.: insetos, roedores, etc.).

Dentro da categoria **FORMA** e **APARÊNCIA** os desenhos foram classificados de acordo com a **CONOTAÇÃO** que evidenciavam:

Conotação positiva (+)

São evidentes na imagem e legenda (caso exista) aspetos que levam à conotação positiva dos micróbios.

Conotação negativa (-)

São evidentes na imagem e legenda (caso exista) aspetos que levam à conotação negativa dos micróbios.

Conotação positiva e negativa¹³⁶ (+/-) - são evidentes nas imagens e legendas (caso existam), em simultâneo, tanto aspetos positivos como negativos dos micróbios.

Sem conotação (SC)

Não se consegue evidenciar qualquer conotação relativa aos micróbios.

¹³⁶ Apesar do investigador considerar ser possível encontrar esta categoria nos desenhos das crianças, esta não foi considerada na análise pois não apareceu nenhum desenho dentro desta categoria. Fica no entanto aqui a nota para outros investigadores, caso venham a encontrá-la noutros desenhos.

Na Figura 12 apresentam-se, esquematicamente, as categorias definidas após a análise dos desenhos e a sua respetiva hierarquia de análise.

Nos Quadros 63 a 70 apresentam-se alguns exemplos desenhos realizados pelas crianças e relacionados com as categorias definidas.

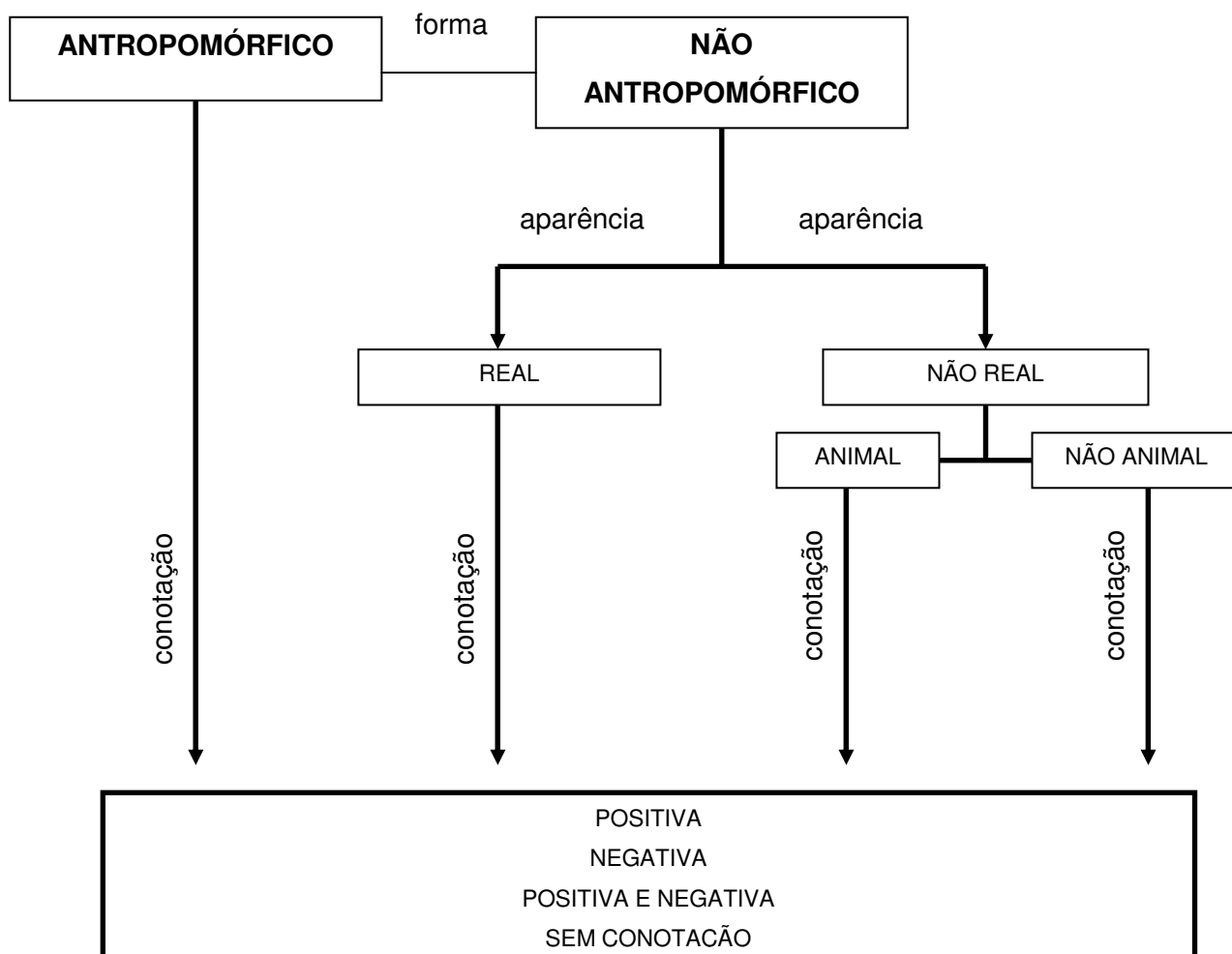
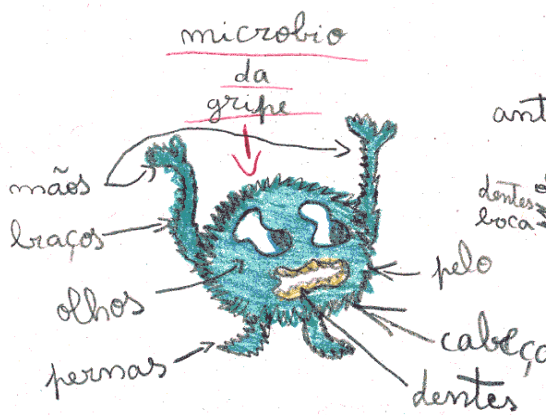
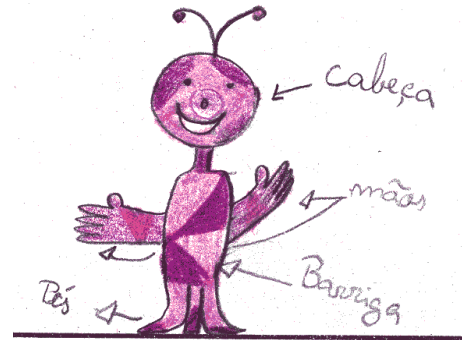
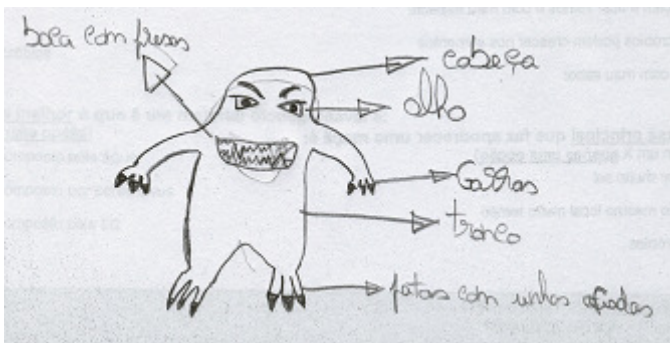
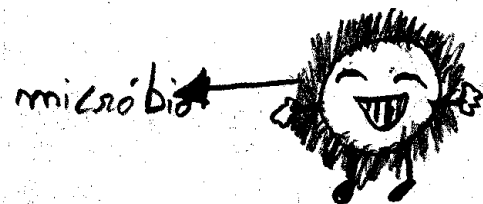
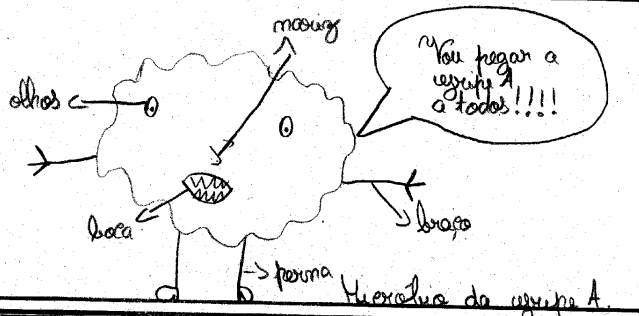
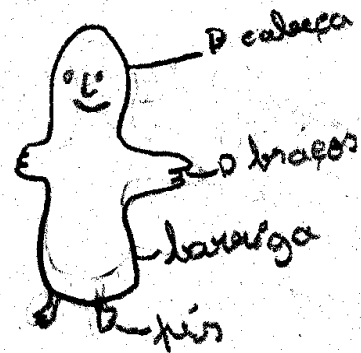


Figura 12- Relação entre as categorias usadas para analisar os desenhos das crianças

Categoria - ANTROPOMÓRFICO



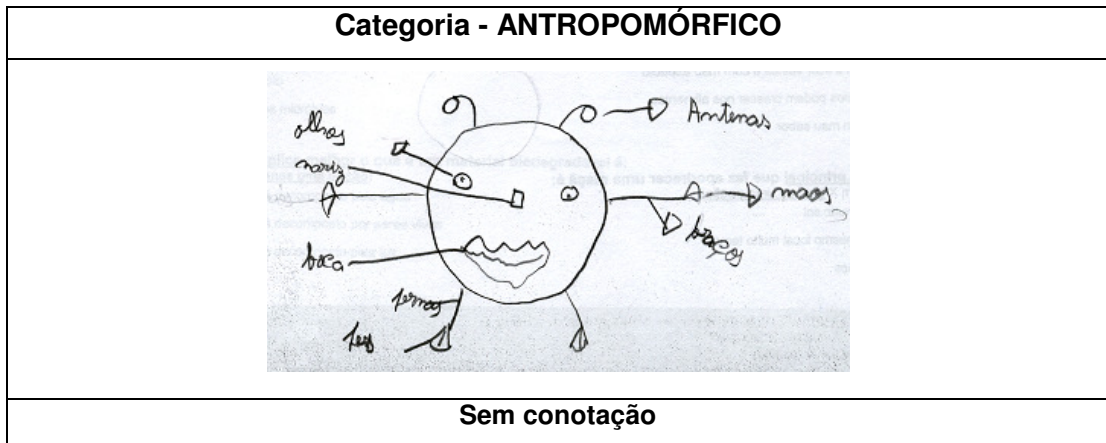
Legenda



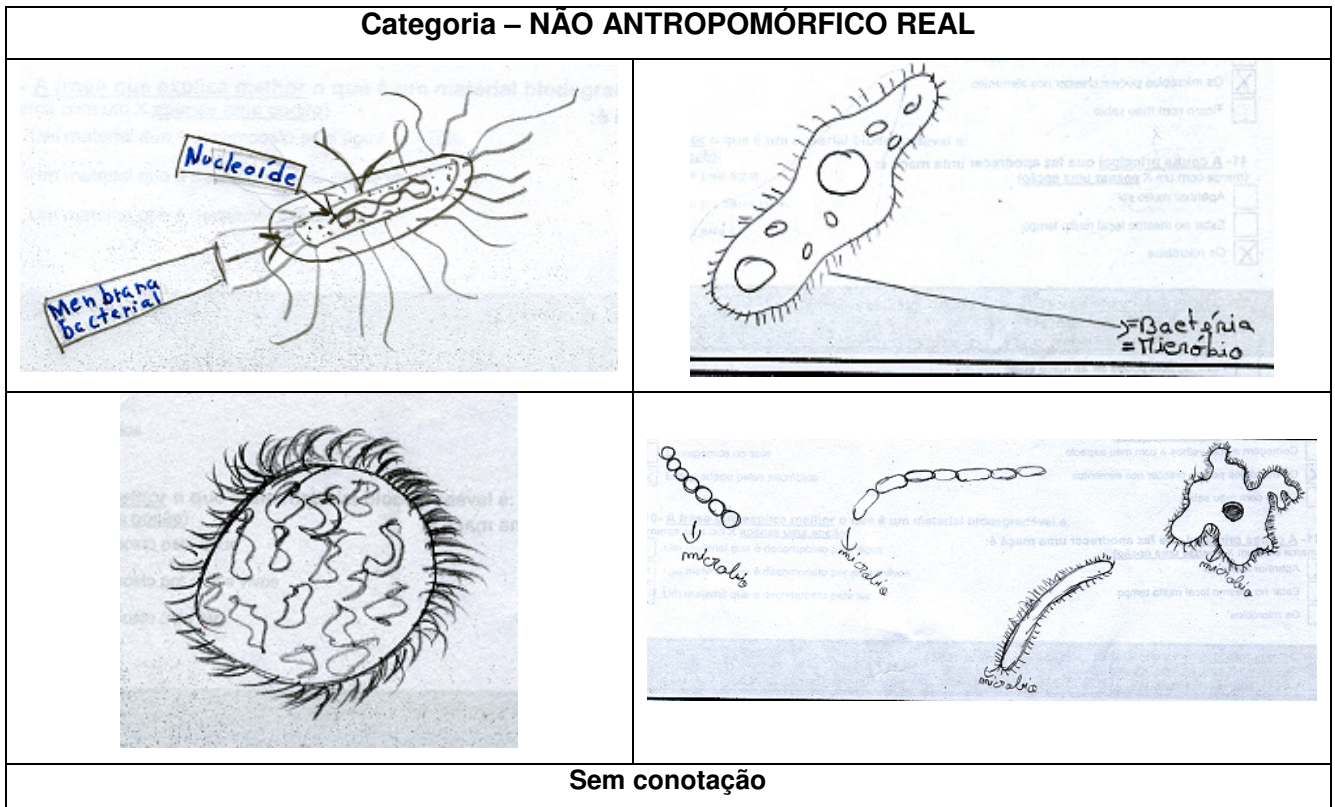
Conotação negativa

Conotação positiva

Quadro 63 – Exemplos de desenhos da categoria **ANTROPOMÓRFICO** (conotação negativa e positiva)



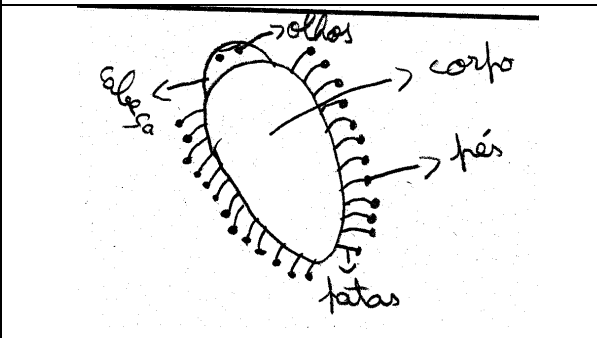
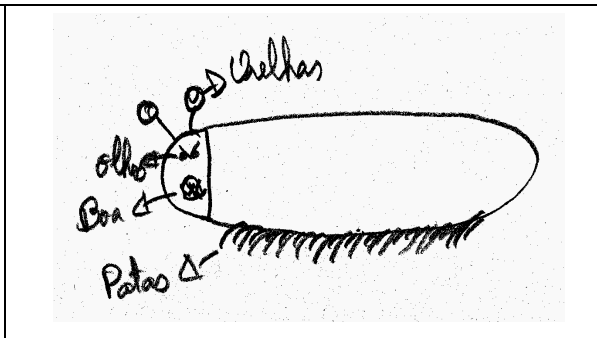
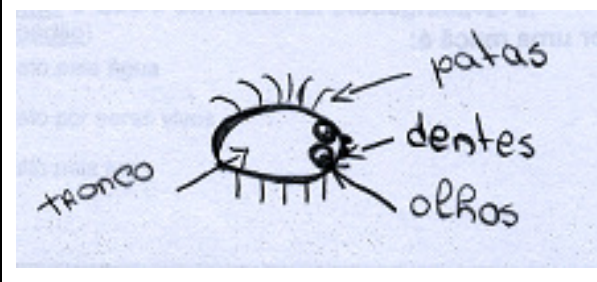
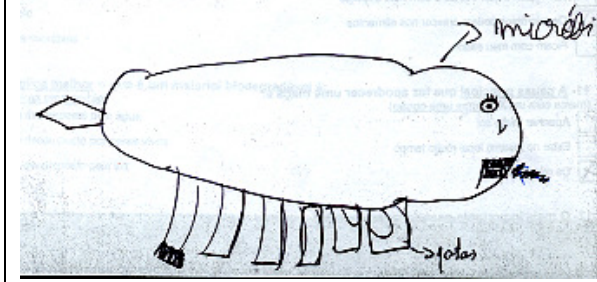
Quadro 64 – Exemplos de desenhos da categoria **ANTROPOMÓRFICO** (sem conotação)



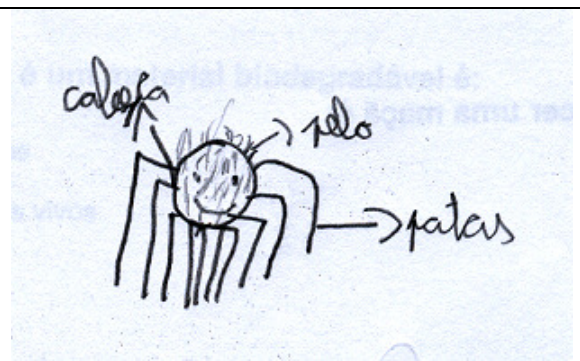
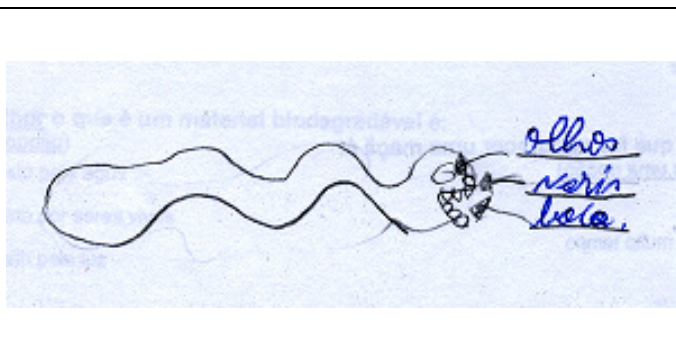
Quadro 65 – Exemplos de desenhos da categoria **NÃO ANTROPOMÓRFICO REAL** (sem conotação)

Categoria – NÃO ANTROPOMÓRFICO REAL	
<p>A hand-drawn creature with a round body covered in small dots. It has two large eyes, a mouth with teeth, and several small arms. Labels with arrows point to 'Antena' (antenna), 'Olhos' (eyes), 'dentes' (teeth), and 'braços' (arms).</p>	<p>A simple drawing of a smiling face with a crescent-shaped mouth and two dots for eyes. The face is surrounded by a ring of short, radiating lines, resembling a sun or a happy face.</p>
<p>A drawing of a flower-like face with a smiling mouth and two eyes. A speech bubble next to it contains the text: "Este imitador parece por as palavras com 49 do de p/b".</p>	<p>A drawing of a fuzzy, rounded creature with a smiling face. The body is covered in numerous small, circular spots, and the edges are fringed with short, dark lines.</p>
<p>Conotação negativa</p>	<p>Conotação positiva</p>

Quadro 66 – Exemplos de desenhos da categoria **NÃO ANTROPOMÓRFICO REAL** (conotação negativa e conotação positiva)

Categoria – NÃO ANTROPOMÓRFICO NÃO REAL	
	
	
Sem conotação	Conotação negativa

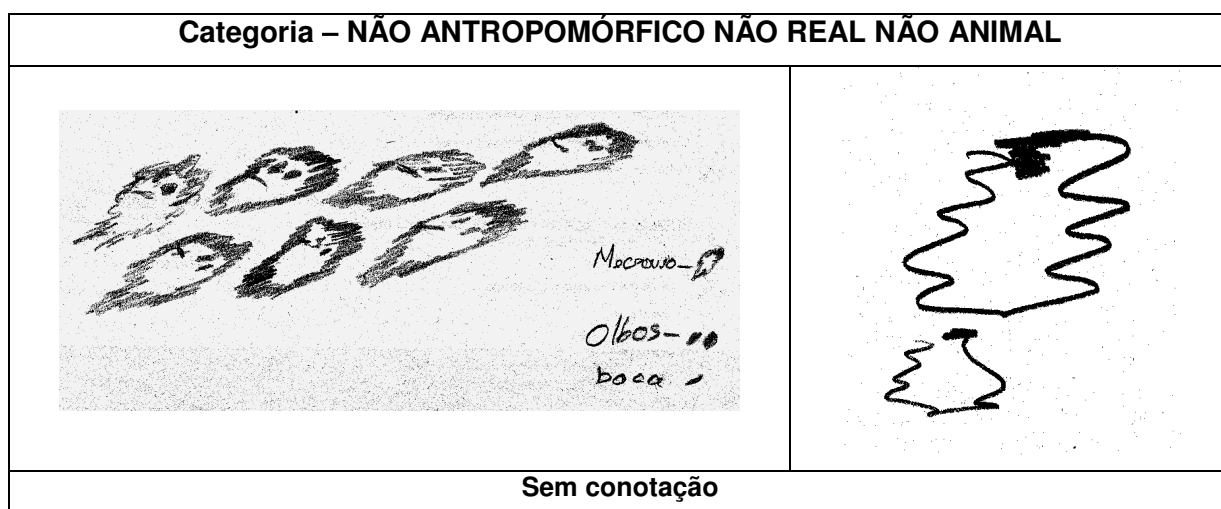
Quadro 67 – Exemplos de desenhos da categoria **NÃO ANTROPOMÓRFICO NÃO REAL** (sem conotação e conotação negativa)

Categoria – NÃO ANTROPOMÓRFICO NÃO REAL ANIMAL	
	
Conotação positiva	Conotação negativa

Quadro 68 – Exemplos de desenhos na categoria **NÃO ANTROPOMÓRFICO NÃO REAL ANIMAL** (conotação positiva e conotação negativa)



Quadro 69 – Exemplo de desenho na categoria **NÃO ANTROPOMÓRFICO NÃO REAL ANIMAL** (Sem conotação)



Quadro 70 – Exemplos de desenhos na categoria **NÃO ANTROPOMÓRFICO NÃO REAL NÃO ANIMAL** (sem conotação)

Atribuídas as categorias aos desenhos apresentados pelos alunos inquiridos, estas foram analisadas, através do programa estatístico SPSS, apresentando-se seguidamente os resultados obtidos.

5.5.2.2 Relativamente à Forma Antropomórfica/ Não Antropomórfica

De acordo com os resultados encontrados (Quadro 71), a maioria dos alunos (89,7%) desenharam os micróbios com forma *Não Antropomórfica*. Dos 42 alunos que

desenharam os micróbios com a forma Antropomórfica, considerando a conotação¹³⁷ atribuída a estes desenhos, a *conotação negativa* surge como a mais frequente, com 64,3% (ver Quadro 72). Os resultados apresentados reforçam a ideia prévia que as crianças têm acerca dos microrganismos, como seres que nos prejudicam.

Quadro 71 – Relação entre a forma antropomórfica/não antropomórfica e o ano de escolaridade

Antropomórfica / Não Antropomórfica		Total	Ano de escolaridade		
			5.º	7.º	Total
Antropomórfica	F	42	32	10	42
	%	10,3%	76,2%	23,8%	100,0%
Não Antropomórfica	F	366	155	211	366
	%	89,7%	42,3%	57,7%	100,0%
Total	F	408	187	221	408
	%	100,0%	45,8%	54,2%	100,0%

Relativamente à aparência real/não real dos desenhos não antropomórficos (Quadro 73), os resultados indicam que 67,8% dos alunos desenharam os micróbios com uma aparência próxima do real. Desses, cerca de 70% são alunos do 7.º ano. Este aspeto poderá estar relacionado com o facto deste conteúdo ter sido abordado no 2.º CEB e terem visualizado fotografias destes seres vivos e/ou até terem-nos observado ao microscópio. Outro aspeto relacionado com esta explicação é o facto de, dos alunos que desenharam a aparência não real (32,2%), cerca de 66,1% serem do 5.º ano, portanto, alunos que não abordaram o tema no 1.º CEB.

Quadro 72 – Relação entre a forma antropomórfica/conotação e o ano de escolaridade

Antropomórfica – Conotação Positiva / Negativa / Sem conotação		Total	Ano de escolaridade		
			5.º	7.º	Total
Antropomórfica Positiva	F	8	7	1	8
	%	19,0%	87,5%	12,5%	100%
Antropomórfica Negativa	F	27	19	8	27
	%	64,3%	70,4%	29,6%	100,0%
Antropomórfica sem conotação	F	7	6	1	7
	%	16,7%	85,7%	14,3%	100,0%
Total	F	42			42
	%	100%			100%

¹³⁷ A conotação foi avaliada tendo em consideração as palavras explícitas nas legendas ou os elementos desenhados no "corpo" do micróbio, como dentes afiados, garras, expressões negativas, entre outras.

Quanto à conotação atribuída pelos alunos que desenharam os micróbios próximos da sua aparência real (Quadro 74), 82,7% não atribuíram qualquer conotação, havendo, no entanto, alguns que apesar de os desenharem com o seu aspeto real, lhes adicionaram indicadores¹³⁸ de conotação negativa (13,7%).

Dos 32,2% de alunos que desenharam os micróbios afastados do seu aspeto real, 86,4% fizeram-no atribuindo-lhes forma de *animal* (Quadro 75), maioritariamente *sem conotação* (Quadro 76) com 52% das respostas ou com *conotação negativa* (39,2% das respostas).

Dos 16 alunos que no total desenharam os micróbios com um aspeto afastado do real e não semelhante a animal, 75% salientaram a conotação negativa e 25% não atribuíram qualquer conotação aos seus desenhos (Quadro 77).

Quadro 73 – Relação entre a forma não antropomórfica/real/não real e ano de escolaridade

Não Antropomórfica Real / Não Real		Total	Ano de escolaridade		
			5º	7º	Total
Real	F	248	77	171	248
	%	67,8%	31%	69,0%	100,0%
Não Real	F	118	78	40	118
	%	32,2%	66,1%	33,9%	100,0%
Total	F	366			366
	%	100,0%			100,0%

Quadro 74 – Relação entre a forma não antropomórfica/aparência real/conotação e o ano de escolaridade

Não Antropomórfica Real – Conotação Positiva / Negativa / Sem conotação		Total	Ano de escolaridade		
			5º	7º	Total
Não Antropomórfica Real Positiva	F	9	5	4	9
	%	3,6 %	55,6%	44,4%	100%
Não Antropomórfica Real Negativa	F	34	17	17	34
	%	13,7 %	50,0%	50,0%	100,0%
Não Antropomórfica Real Sem Conotação	F	205	55	150	205
	%	82,7 %	26,8%	73,2%	100,0%
Total	F	248			248
	%	100%			100%

¹³⁸ Ex.: elementos escritos a classificarem o microrganismo desenhado como algo nocivo ou prejudicial.

Quadro 75 – Relação entre a forma não antropomórfica/aparência animal e o ano de escolaridade

Não Antropomórfica Não Real – Animal / Não Animal		Total	Ano de escolaridade		
			5º	7º	Total
Animal	F	102	71	31	102
	%	86,4 %	69,6%	30,4%	100,0%
Não Animal	F	16	7	9	16
	%	13,6 %	43,8%	56,3%	100,0%
Total	F	118			118
	%	100%			100%

Quadro 76 – Relação entre a forma não antropomórfica/aparência animal/conotação e o ano de escolaridade

Não Antropomórfica Não Real Animal – Conotação Positiva / Negativa / Sem conotação		Total	Ano de escolaridade		
			5º	7º	Total
Animal Conotação Positiva	F	9	8	1	9
	%	8,8%	88,9%	11,1%	100,0%
Animal Conotação Negativa	F	40	30	10	40
	%	39,2%	75,0%	25,0%	100,0%
Animal Sem Conotação	F	53	33	20	53
	%	52,0%	63,6%	36,4%	100,0%
Total	F	102	102		102
	%	100%			100%

Quadro 77 – Relação entre a forma não antropomórfica/aparência não animal/conotação e o ano de escolaridade

Não Antropomórfica Não Real Não Animal – Conotação Positiva / Negativa / Sem conotação		Total	Ano de escolaridade		
			5º	7º	Total
Não Animal Conotação Positiva	F	0	0	0	0
	%	0%	0%	0%	0%
Não Animal Conotação Negativa	F	12	5	7	12
	%	75,0%	36,4%	63,6%	100,0%
Não Animal Sem Conotação	F	4	2	2	4
	%	25,0%	50,0%	50,0%	100,0%
Total	F	16			16
	%	100%			100,0%

5.6 Conclusão (Fase 2)

5.6 1 Relativamente ao Parâmetro 1 - microrganismos como seres vivos

A maioria dos alunos considera os microrganismos como seres vivos, mesmo os que nunca abordaram estes seres no ensino formal (5.º ano). Reconhecem até que estes seres são tão pequenos que temos de usar instrumentos próprios para os conseguirmos visualizar. Identificam também os microrganismos como *bactérias*, *vírus* ou *fungos*, revelando conhecerem bem o nome de alguns micróbios. Estes resultados, em alunos provenientes do final do 1.º CEB, reforçam que este conteúdo poderia ser abordado logo nesse ciclo de ensino. A não abordagem destes seres vivos no programa do 1.º CEB¹³⁹ assim como o não reconhecimento da presença deste seres nos diversos fenómenos do quotidiano da criança em que são protagonistas, traduz-se numa falta de oportunidade relativamente à divulgação de uma visão da biodiversidade mais aproximada da real, indo, desta forma, contra a perspetiva atual existente no 1.º CEB, em que os seres vivos são dicotomizados como (apenas) animais e plantas (Mafra e Lima, 2009).

O não reconhecimento dos microrganismos nos primeiros anos de escolaridade leva a que as crianças retenham algumas ideias erradas acerca destes seres vivos que prevalecem até tarde sendo depois difíceis de mudar aquando da sua abordagem formal. Assim, apesar de grande parte dos alunos do 5.º ano ter considerado os microrganismos como não sendo *nem animais nem plantas*, não significa que saibam em que grupo os devem incluir, dado nunca terem abordado no ensino formal a existência de outros grupos. Mesmo assim, existem alguns alunos que, não encontrando uma alternativa de classificação, e tendo uma necessidade própria em classificá-los de acordo com o que conhecem (“animais” ou “plantas”), associam-nos à categoria “animal”. Estes resultados vão ao encontro dos encontrados por Nagy (1953), Vasquez (1985) e Jones e Rua (2006). Os desenhos na categoria *animal*, apresentam-se maioritariamente sob a forma de insetos, associados à *conotação negativa* ou *sem conotação*.

É importante destacar a quantidade de desenhos realizados em que se identifica a categoria *animal*, em alunos do 7.º ano. Podemos dizer que esta conceção alternativa apresenta resistência mesmo após o conteúdo ter sido abordado no ensino formal, no final do 2º CEB, podendo constituir desta forma um obstáculo de aprendizagem.

¹³⁹ Estudo do Meio, Bloco 3 - À Descoberta do Ambiente Natural (ME, 2004)

A maioria das crianças desenha os microrganismos com traços antropomórficos, humanizando os desenhos e atribuindo-lhes emoções ou intencionalidade. Esta atribuição é mais frequente no 5.º ano que no 7.º ano, resultado que vai ao encontro dos encontrados por Byrne e Grace (2010) que referem que as ideias antropomórficas que as crianças apresentam relativamente aos microrganismos decrescem com a idade. Desta forma verificamos que, apesar de muitas crianças reconhecerem que os micróbios podem ser *prejudiciais ou benéficos*, muitas atribuem a estes seres vivos uma conotação negativa, evidenciando esse aspeto tanto nos desenhos realizados como nas opções resposta escolhidas. Este tipo de desenhos encontrados também nos resultados dos estudos de Simonneaux (2000) e Byrne et al (2009), são manifestações que evidenciam as ideias que as crianças apresentam acerca dos microrganismos, como algo que nos faz mal, é prejudicial ou indesejável.

Algumas desenhos os microrganismos com um aspeto muito próximo do real, mas, mais uma vez, realçando a *conotação negativa* ou *sem conotação*. Assim, verifica-se que em qualquer das categorias desenhadas relativas à forma, a conotação positiva dos microrganismos é praticamente desconhecida, ou não considerada, pela esmagadora maioria das crianças. A conotação negativa atribuída aos microrganismos é também reforçada quando analisadas as respostas à questão *o que é que os micróbios podem fazer?* sendo a maioria das respostas, associadas a aspetos negativos.

Outro aspeto que reforça esta atribuição é o local onde dizem ser possível encontrar microrganismos, sendo apontado, pela maioria das crianças, o *caixote do lixo* (local não higiénico associado a poluição). Claramente, sobressai mais uma vez a conotação negativa. Esta tendência é reforçada no 1.º CEB tanto nos programas como nos manuais, onde a presença (pontual) dos microrganismos é associada quase exclusivamente a este tipo de locais, com ligação à poluição e à doença. O facto deste tema não ser abordado no 1.º CEB, ou sê-lo de uma forma incompleta, leva a que os alunos cheguem ao 5.º ano com a conceção ou ideia que mais prevalece, neste caso, a conotação negativa. Este é um assunto bastante difícil de tratar dado o nível constante de pressão social que coloca constantemente estes seres vivos numa posição depreciativa. De acordo alguns autores como Prout (1985) e Springer e Ruckel (1995) a criança, no seu quotidiano, está em contacto com informação constante que conota, na sua esmagadora maioria, negativamente os microrganismos, associando-os quase exclusivamente, ao aparecimento de doença. Se nos primeiros anos de escolaridade não forem abordados e discutidos, para além de aspetos negativos, outros fenómenos importantes do nosso dia a dia em que os microrganismos desempenham um papel benéfico, mais tarde, quando a criança é

confrontada com este facto, poderá ser mais difícil promover a mudança conceptual e envolver-se em novas aprendizagens acerca do tema.

Relativamente à origem da informação que chega às crianças acerca dos microrganismos, identificam-se a escola, a televisão e a residência como principais fontes de informação. Considerando os vários anúncios publicitários, relacionados com o tema, que vemos diariamente na televisão, verificamos que quase a totalidade, aborda os microrganismos com uma conotação negativa. Esse facto pode influenciar ou reforçar a ideia negativa que as crianças apresentam em relação a estes seres vivos. Por outro lado, a informação adquirida *em casa* pode estar relacionada com indicações ou orientações dos familiares das crianças. Sabe-se que essas orientações estão muito ligadas com as questões de higiene (dentes, mãos, corpo, alimentos) pelo que mais uma vez a abordagem com conotação negativa tende a ser prevalente.

Todos estes “canais de informação” que trazem diariamente a informação à criança vão ajudá-la na construção das suas ideias podendo estas ganhar resistência se não forem trabalhadas. Desta forma, torna-se importante identificar esses canais de informação para depois atuar de uma forma mais eficaz e construtiva na sala de aula.

5.6.2 Parâmetro 2 - microrganismos e saúde

A esmagadora maioria dos alunos associa os microrganismos à doença, no entanto, pelos resultados observados, parece-nos que algumas crianças não associam diretamente alguns dos comportamentos do seu quotidiano relacionados com a sua higiene, com a eliminação de microrganismos indesejáveis. Quando se questionam as crianças sobre a razão pela qual devem lavar as mãos, uma grande parte dá a entender que o faz associado ao cumprimento de uma regra. Este aspeto é muito importante dado que, segundo Mafra e Lima (2009), ao longo do 1.º CEB a temática da higiene do corpo é abordada sem nunca referir aos alunos que o devem fazer pelo facto de poderem ter microrganismos prejudiciais nas suas mãos. Tanto no programa como nos manuais todos os conteúdos relacionados com a higiene são abordados como conselhos a seguir ou regras de boa conduta, sem explicação do significado do comportamento. Este facto aplica-se à higiene oral e dos alimentos.

Relativamente às vacinas, apesar da maioria das crianças reconhecer a razão pela qual devemos ser vacinados, poucos entendem o seu modo de atuação. Assim, a maioria dos alunos veem as vacinas como uma “cura para a doença” e não como prevenção da doença, resultado encontrado também por Byrne (2011). Este resultado poderá estar relacionado com o facto de no 1.º CEB esta temática ser mais valorizada no que diz

respeito à toma da vacina (como uma regra) e ao boletim de vacinas (associado ao cumprimento de um calendário).

Relativamente à transmissão das doenças, a maioria das crianças identifica a *transmissão aérea* e *transmissão orofecal*. Este facto poderá levantar a seguinte reflexão: por um lado, os alunos indicam *o ar* e os *alimentos que comemos e bebemos* como um local onde existem microrganismos levando a pensar que, de certo modo, estão cientes dos modos de transmissão de doenças via área e oro-fecal. Por outro lado, a baixa percentagem de alunos que identifica a *boca* e a *pele* como um local onde existem micróbios remete para as reflexões de Mafra e Lima (2009) que referem que as secções do programa e manuais de estudo do Meio do 1.º CEB, que abordam a higiene corporal (*lavar os dentes, tomar banho, etc.*), carecem de explicar a razão pela qual as crianças devem ter esses comportamentos. De facto os alunos desvalorizam, ou não sabem, que têm micróbios na boca e na pele. Se o soubessem, certamente que os comportamentos salutogénicos que se propõe que tenham, teriam mais sentido e seriam mais frequentes e entendidos na sua essência, deixando de ser apenas um cumprimento de um procedimento socialmente correto.

Esta reflexão aplica-se à razão pela qual as crianças devem desinfetar uma ferida. Apesar da maioria dos alunos conhecer a razão pela qual devem desinfetar uma ferida, existem outros que associam o processo à necessidade de *tirar a sujidade* da ferida. Este resultado pode ser estar relacionado com o modo como este conteúdo é abordado no 1.º CEB. Este é apresentado nos manuais como a descrição de um procedimento, não sendo explicado ao aluno a razão pela qual se realiza o procedimento.

5.6.3 Parâmetro 3 - microrganismos e alimentos

No que diz respeito ao reconhecimento do envolvimento dos microrganismos na produção de alimentos, este é praticamente inexistente nos alunos do 5.º ano e apontado por alguns alunos do 7.º ano. Desta forma, a conotação positiva dos microrganismos não é reconhecida neste ponto. A desvalorização dos microrganismos relativamente ao seu papel na produção de alimentos, identificada também por Williams e Gillen (1991) e Simonneaux (2000) poderá estar relacionado com a forma superficial como o tema é abordado no 2.º CEB, seja pela pouca importância dedicada ao tema no programa e manuais ou mesmo por uma desvalorização do tema pelo próprio professor nas suas aulas. Outro aspeto é a conotação negativa atribuída a estes seres vivos que os alunos já trazem desde o 1.º CEB e que, mesmo após a abordagem ao tema no ensino formal, leva a que prevaleça sobre os benefícios apresentados por alguns microrganismos.

Já relativamente ao conhecimento dos fatores que contribuem para a qualidade e conservação dos alimentos, a maioria dos alunos reconhece a importância do conhecimento do prazo de validade dos alimentos e a eficácia de métodos de conservação, como a refrigeração. Identificam também alimentos que são mais perecíveis ao calor em relação a outros.

Apesar da maioria dos alunos associar a ação dos microrganismos à deterioração dos alimentos, muitos ainda associam esse processo a fatores físicos denunciando um desconhecimento da ação microbiana neste campo. Este resultado vai ao encontro do encontrado por Byrne e Sharp (2006) e Zômpero e Laburú (2010).

5.6.4 Parâmetro 4 - microrganismos e indústria, tecnologia e ambiente

Relativamente ao item *indústria e tecnologia* as crianças não reconhecem microrganismos como protagonistas em atividades benéficas como a produção de medicamentos ou no tratamento de águas residuais. Este último aspeto é também referenciado por Byrne (2011), que verificou no seu estudo que apenas um número reduzido de crianças referiram reconhecer o papel dos microrganismos no tratamento das águas residuais nas ETAR.

Relativamente ao item *ambiente*, uma grande parte das crianças atribui aos micróbios a causa da degradação de um ser vivo quando este morre. No entanto, esta ideia manifestada tem origem diferente da educação formal. Assim, no 1.º CEB esta temática não é abordada nem é atribuída aos micróbios a responsabilidade na degradação dos seres quando morrem. Apesar desta ideia apesar de próxima da cientificamente aceite, pode estar ligada ao meio sócio-cultural e familiar da criança.

Existem alunos que apresentam a ideia alternativa de que quando um ser vivo morre *desaparece no solo*. Este aspeto é evidenciado nos estudos de Sequeira e Freitas (1986), Byrne e Sharp (2006) e Byrne (2011), e está ligado ao senso comum de que um ser vivo quando morre, ao ser enterrado, deixa de existir no local se o voltarmos a desenterrar passado algum tempo.

Verificamos que apesar das crianças associarem substâncias orgânicas a substâncias que são biodegradáveis e a maioria considerar os microrganismos como os principais responsáveis pelo processo, encontramos crianças que, em igual proporção, atribuem o “biodegradável” a fatores físicos como a água e a luz. Estes resultados encontrados também por Leach et al. (1996), Malandrakis (2003) e Zômpero e Laburú (2010) evidenciam uma desvalorização do papel dos microrganismos na decomposição da matéria.

CAPÍTULO 6 - FASE 3: INTERVENÇÃO EDUCATIVA

6.1 Enquadramento teórico

6.1.1 O Ensino Experimental das Ciências no 1.º CEB – da teoria à sala de aula

Segundo Afonso (2008), Portugal apresenta um défice quase total do ensino experimental das ciências e uma reduzida afirmação do ensino tecnológico¹⁴⁰. Sabe-se, no entanto, que as atividades experimentais são importantes para promover a compreensão de alguns aspetos da natureza da Ciência, o desenvolvimento intelectual e conceptual e o desenvolvimento de atitudes positivas face à Ciência. As atividades experimentais são, igualmente, um ingrediente importante no desenvolvimento de capacidades de resolução de problemas. Afirma a autora que *se a exploração das ciências ocorre sem trabalho experimental então a educação científica não pode ser completa nem profunda* (p.10). Acrescenta ainda que *o estado atual da cultura científica dos portugueses pode ser explicado pelas condições da sua aprendizagem, bem como pela escassez de outras oportunidades de contacto com o mundo da ciência e da tecnologia. É, portanto, necessário melhorar as oportunidades de contacto com o mundo da ciência e da tecnologia* (p.11).

O ensino experimental das ciências vem ao encontro da necessidade urgente em promover um processo de ensino centrado no aluno e no seu papel de construtor ativo, autónomo e regulador reflexivo da sua própria aprendizagem (Cleary & Zimmerman, 2004; Silva, 2004; Oliveira, 2007).

Tendo em conta as idades dos alunos ao nível do 1.º CEB, segundo Sá (2002), as atividades experimentais permitem às crianças tirar partido do enorme potencial de desenvolvimento e aprendizagem, dada a sua curiosidade natural, interesse pessoal pelos fenómenos físico-naturais e prazer por conhecer e partilhar o conhecimento, característicos nestas idades. Neste seguimento, Almeida (2001) refere que o trabalho experimental, pela diversidade de processos e de pontos de partida que admite, evidencia-se como uma via educativa propiciadora de espaços de liberdade considerados necessários ao desenvolvimento pessoal e social das crianças e à construção de vias pessoais de acesso

¹⁴⁰ Alguns estudos (ex.: Ávila et al., 2000; Ávila e Castro, 2002) mostram que a população adulta, incluindo a portuguesa, apresenta baixos níveis de literacia científica.

ao conhecimento. É também uma contribuição positiva para a compreensão da natureza da ciência e da atividade científica, promovendo o interesse e o gosto pela aprendizagem das ciências.

Afonso (2008) salienta que o trabalho experimental pode desenvolver capacidades críticas e analíticas necessárias para interpretar dados e avaliar a sua pertinência e validade. Além disso, permite também familiarizar os alunos com uma grande variedade de procedimentos experimentais e equipamentos.

Outros autores (Sá, 2002; Mata et al., 2004; Sá e Varela, 2007; Harlen, 2007) salientam que o ensino experimental além de ser motivador para a criança, desenvolve capacidades manipulativas e de raciocínio, permitindo um melhor conhecimento do mundo que a rodeia, possibilitando o desenvolvimento de competências noutras áreas curriculares. Mata et al. (2004) realçam o desenvolvimento de competências em áreas para além do Estudo do Meio quando *ocorre a promoção da leitura aquando da pesquisa, estimula o desenho e a escrita aquando da realização de registos e desenvolve o pensamento lógico-matemático quando se estabelecem relações de causa-efeito, condicionais e outras, e se efetuam classificações, seriações, medições e cálculos* (p.173).

As atividades experimentais de ciências no ensino básico permitem às crianças realizar importantes aprendizagens transversais ao currículo, ao nível da compreensão e expressão oral e escrita, da matemática e do pensamento (Partridge, 2006). Neste sentido, Charpak (2005), Sá (2002) e Harlen (2007) defendem que as competências básicas de leitura, escrita e cálculo desenvolvem-se melhor quando contextualizadas noutras áreas curriculares e quando usadas como instrumentos ao serviço delas. Assim, o ensino das ciências, pela via experimental, pode ser uma oportunidade para esse desenvolvimento, pois de acordo com Harlen (1999, 2007), a compreensão dos números, das ordens de grandeza, dos processos de medição, etc., é consideravelmente desenvolvida e reforçada quando as crianças aplicam noções matemáticas à resolução de problemas reais que são evidenciados nas atividades de Ciências. Da mesma forma, estas atividades, quando realizadas num clima de liberdade de comunicação^{141,142} e respeito pelas opiniões dos

¹⁴¹ Segundo Sá (2002) desenvolve-se um impulso natural para a comunicação quando as crianças vivenciam experiências de aprendizagem verdadeiramente significativas para si, como podem ser as atividades de Ciências. Verifica-se que as crianças geralmente desinteressadas mostram-se bastante ativas e comunicativas durante o desenvolvimento deste tipo de atividades. Completando a importância da comunicação neste processo, Harlen (2007) refere que a comunicação verbal e não verbal constitui uma extensão do pensamento exterior, permitindo às crianças reconstruírem o seu próprio pensamento, relacionando as suas ideias com outras e colmatando, desta forma, algumas lacunas de aprendizagem. A comunicação proporciona, assim, o acesso à informação ou a outras ideias alternativas que ajudam a compreensão.

¹⁴² Todas as formas de registo escrito e pictórico surgem como consequência de um impulso para a comunicação, o que permite que esse processo reflexivo e complexo se desenvolva com a maior naturalidade. O desenvolvimento da comunicação escrita deverá ser sentido pela criança como uma necessidade interior em contexto de atividades significativas e relevantes para a sua vida (Vygotsky, 1985).

outros, suscitam situações que estimulam as crianças a falar, a comunicar, a discutir ideias, a descrever, a interpretar e a contestar o resultado das observações, aprendem e utilizam palavras novas para explicar e ordenar as suas próprias ideias, elaboram registos escritos, entre outros aspetos.

No entanto, para o professor promover aulas em que o ensino experimental seja uma realidade, este deve, segundo Sá (1996), ser capaz de formular questões estimuladoras do pensamento e ação dos alunos, levando-os ao confronto das suas próprias ideias com a evidência experimental. Deve conseguir envolver a comunidade turma em que se insere num fluxo contínuo de pensamento e ação¹⁴³.

Varela (2009) salienta, ainda, que a importância do trabalho prático e experimental é hoje amplamente reconhecida como componente essencial da educação em ciências na escolaridade básica. São muitas as razões que tendem a enfatizar as suas potencialidades em termos de capacidades e processo de construção do conhecimento que os alunos poderão desenvolver.

Trowbridge e Bybee (1990) apresentam uma lista exaustiva dessas capacidades, distribuídas por 5 domínios ou tipos de capacidade: *capacidades aquisitivas*; *capacidades organizacionais*, *capacidades criativas*; *capacidades manipulativas*; *capacidades de comunicação*. No Quadro 78 apresentam-se algumas dessas capacidades.

Segundo Afonso (2008), provavelmente nem todas as atividades experimentais consistem num meio de ensino eficaz para atingir todos os objetivos na educação em Ciência. *A seleção e o desenvolvimento adequado de atividades experimentais não são questões simples. É preciso tempo e dominar quer a disciplina de Ciência quer o seu ensino e a sua aprendizagem* (p.22). Deste modo, diferentes atividades experimentais podem servir diferentes finalidades. O objetivo de um determinado trabalho experimental pode ser conduzir à aprendizagem do *conteúdo científico* ou promover a aprendizagem acerca de *métodos da ciência*. Sendo que, a escolha do tipo de trabalho experimental a implementar depende também da natureza, do conteúdo das atividades e dos objetivos que se pretendem atingir.

¹⁴³ Um ambiente colaborativo de aprendizagem providencia excelentes oportunidades para os alunos desenvolverem competências de compreensão e expressão oral e escrita. Os alunos em grupo falam entre si e com o professor, para comunicarem e expressarem as ideias, questões e explicações. Elaboram mentalmente planos que passam à escrita, registam dados das observações e das explicações que constroem coletivamente sobre a evidência experimental. Com a aprendizagem de novos significados, os alunos precisam de novas palavras e um discurso renovado, que, no seu conjunto, lhes permite falar, escrever e comunicar, com maior clareza e precisão (Dyasi, 2006).

Tem-se gerado, no entanto, alguma confusão entre os docentes e investigadores relativamente à noção de *trabalho prático, laboratorial e experimental* (Hodson, 1994; Martins et al., 2006).

Quadro 78 – Capacidades desenvolvidas através do trabalho prático experimental (adaptado de Trowbridge e Bybee, 1990).

Capacidades Aquisitivas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ouvir – ser atento, estar alerta, questionar. 2. Observar – ser preciso, atento, sistemático. 3. Pesquisar – localizar e utilizar variadas fontes, adquirir capacidades de consulta bibliográfica. 4. Inquirir – perguntar, intervir, corresponder. 5. Investigar – ler informação, formular problemas. 6. Recolher dados – tabular, organizar, classificar, registar. 7. Pesquisar – localizar um problema, assimilar a informação necessária, estabelecer experiências, conceber conclusões.
Capacidades Organizacionais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar – construir tabelas e mapas, trabalhar com regularidade, efetuar registos completos. 2. Comparar – verificar semelhanças, procurar similaridades. 3. Contrastar – verificar diferenças, procurar diferenças, notar aspetos distintos. 4. Classificar – colocar as coisas em grupos e sub-grupos, identificar categorias. 5. Organizar – ordenar itens, estabelecer sistemas, preencher, rotular, arranjar. 6. Planificar – empregar títulos e subtítulos, usar sequências e organização lógica. 7. Rever – destacar itens importantes, memorizar, associar. 8. Avaliar – reconhecer aspetos bons e maus, conhecer como melhorar. 9. Analisar – ver implicações e relações, destacar causas e efeitos, localizar novos problemas.
Capacidades Criativas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Desenvolver planos – ver saídas possíveis, modos de ataque, estabelecer hipóteses. 2. Arquitetar - conceber novos problemas, novas abordagens, novos utensílios ou sistemas. 3. Inventar – criar um método, utensílio ou sistema. 4. Sintetizar – juntar as coisas similares em novos arranjos, hibridizar, associar.
Capacidades Manipulativas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Usar instrumentos – conhecer as partes dos instrumentos, como funcionam, como se ajustam, o seu uso adequado a dadas tarefas, as suas limitações. 2. Cuidar dos instrumentos – saber como se guardam, usar as montagens adequadas, mantê-los limpos, manejá-los de modo adequado, respeitar as suas capacidades, transportá-los. 3. Demonstrar – montar aparelhos, fazê-los funcionar, descrever as suas partes e funções, ilustrar princípios científicos. 4. Experimentar – reconhecer um problema, planificar um procedimento, recolher, registar e analisar dados, formular conclusões.
Capacidades de Comunicação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Questionar – aprender a formular boas questões, ser seletivo no perguntar. 2. Discutir – aprender a contribuir com ideias próprias, escutar as ideias dos outros, sustentar os tópicos, partilhar o tempo disponível de modo equitativo, atingir conclusões. 3. Explicar – descrever para os outros com clareza, clarificar os aspetos principais, ser persistente, estar disposto a repetir. 4. Relatar – descrever oralmente para a turma ou para o professor, de uma forma sintética, o material significativo nos diversos tópicos. 5. Escrever – escrever relatórios das experiências ou demonstrações, descrevendo o problema, o modo de o abordar, a recolha de dados, o método de análise de dados, as conclusões e as implicações para futuros trabalhos. 6. Criticar – criticar construtivamente ou avaliar trabalhos, procedimentos realizados ou conclusões. 7. Construir gráficos – pôr em forma gráfica os resultados de estudos experimentais, ser capaz de interpretar os gráficos para outras pessoas. 8. Ensinar – após a familiarização com um tópico, ser capaz de o ensinar aos colegas de modo a não ter de ser novamente ensinado pelo professor

Segundo Hodson (1994), o *trabalho prático* é todo aquele em que o aluno toma a posição de sujeito ativo, enquanto que *trabalho laboratorial* é todo aquele que se pode realizar num laboratório, envolvendo a utilização e manipulação de material. Trabalho experimental, de acordo com Hodson (1998) e Leite (2001) é todo aquele que envolve manipulação e controlo de variáveis físicas.

Desta forma, Leite (2001 em Martins et al., 2006) clarifica estas práticas. Assim:

Trabalho prático (TP): Está relacionado com situações em que o aluno está ativamente envolvido na realização de uma tarefa, que pode ser ou não laboratorial. Por exemplo, pode considerar-se trabalho prático, fazer uma pesquisa bibliográfica, consultar livros, Internet ou enciclopédias. Contudo, assistir a um filme ou a uma demonstração do professor, dada a não envolvência direta do aluno no processo, não é considerado trabalho prático.

Trabalho laboratorial (TL): Conjunto de atividades que acontecem, usando equipamentos/materiais de laboratório¹⁴⁴, seja no próprio laboratório ou noutra local. Este só será prático se o aluno for executante da atividade, pelo que o *valor* deste tipo de atividade poderá oscilar entre o mínimo, caso a atividade seja guiada, até a um máximo, caso implique tratar-se de uma investigação aberta sobre uma questão problema colocada ao aluno.

Trabalho experimental (TE): Atividades práticas onde há manipulação de variáveis, variação provocada nos valores da variável independente em estudo, medição dos valores alcançados pela variável dependente com ela relacionada e o controlo das outras variáveis independentes que não estão em situação de estudo.

Assim, podemos encontrar várias combinações destes tipos de atividades, representadas na Figura 13.

¹⁴⁴ Aqui não se entende se a definição dada por este autor associa “materiais de laboratório” como material específico de laboratório ou se inclui nesses “materiais” todos aqueles que podem ser usados como tal. Esta seria, de facto, uma definição redutora do conceito de “material de laboratório”. Considerando a simplicidade de muitas atividades experimentais do 1.º CEB, com certeza que, por exemplo, numa atividade em que seja usado um gobelé, poderá ser igualmente realizada se utilizarmos materiais simples, do uso quotidiano, como um copo de vidro (de iogurte).

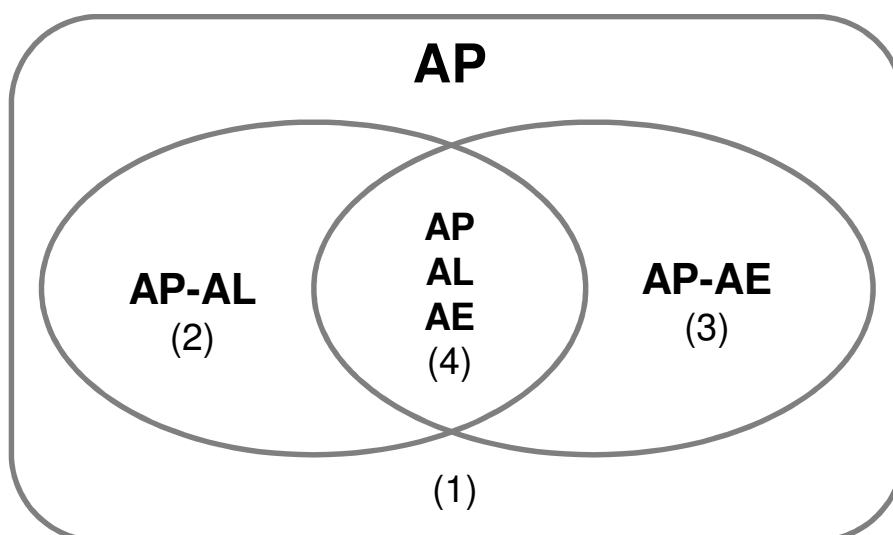


Figura 13 - Relação entre atividade prática (AP), laboratorial (AL) e experimental (AE) (Adaptado de Martins et al. 2006)

Analisando a Figura 13, e considerando Martins et al. (2006) verificamos que na área (1) encontram-se as atividades práticas que não são do tipo laboratorial, nem do tipo experimental; na área (2) situam-se as atividades prático-laboratoriais que não são do tipo experimental (por exemplo, a aprendizagem de técnicas laboratoriais); na área (3) situam-se as atividades prático-experimentais que não são do tipo laboratorial (que não utiliza equipamentos de laboratório); na área (4) situam-se as atividades prático-laboratoriais-experimentais, onde se inserem aquelas em que o aluno deverá encontrar resposta a uma questão inicial, através de uma investigação.

Segundo Wellington (1998), os argumentos a favor de um trabalho prático adequadamente conduzido podem classificar-se em três domínios: *cognitivo*, *afetivo* e *processual*. No quadro 79 listam-se alguns objetivos associados a cada um deles.

Quadro 79 – Objetivos do trabalho prático (Martins et al., 2006)

DOMÍNIO	OBJETIVOS DO TRABALHO PRÁTICO
Cognitivo	Ilustrar a relação entre variáveis, importante na interpretação do fenómeno. Ajudar à compreensão de conceitos. Realizar experiências para testar hipóteses. Promover o raciocínio lógico.
Afetivo	Motivar os alunos. Estabelecer relações/comunicação com os outros. Desenvolver atitudes críticas no trabalho de equipa.
Processual	Proporcionar o contacto direto com os fenómenos. Manipular instrumentos de medida. Conhecer técnicas laboratoriais e de campo. Contactar com a metodologia científica. Fomentar a observação e a descrição. Resolver problemas práticos.

A orientação a dar às atividades práticas depende dos objetivos que se queiram alcançar (Martins et al., 2006; Afonso, 2008). Parafrazeando Martins et al. (2006), *aquilo que distingue as atividades práticas não é, pois, o fenómeno (atividades diferentes podem centrar-se sobre o mesmo fenómeno), mas o procedimento seguido, o que estará relacionado com a finalidade das mesmas* (p.39). Assim, de acordo com os mesmos autores, as atividades mais abertas, mais complexas e mais demoradas são as mais indicadas para alunos mais velhos, com outras competências mais desenvolvidas, nomeadamente ao nível da leitura e da escrita.

Neste sentido, tendo em conta o grau de elaboração crescente das tarefas a realizar, podemos considerar quatro tipos principais de atividades práticas. De acordo com Caamaño (2003) e Martins et al., (2006), as atividades práticas podem ser: *experiências sensoriais, experiências de verificação/ilustração, exercícios práticos e investigações ou atividades investigativas*:

- a) *Experiências sensoriais* – baseadas nos sentidos, como a visão, o olfato, o tato e a audição;
- b) *Experiências de verificação/ilustração* – destinadas a ilustrar um princípio ou uma relação de variáveis;
- c) *Exercícios práticos* – orientados para a aprendizagem de competências científicas (de natureza cognitiva, laboratorial ou comunicacional) e a ilustração e verificação experimental de uma dada teoria (conhecendo-se à partida o resultado que deverá ser obtido);
- d) *Investigações ou atividades investigativas* – visam dar resposta a uma questão problema, seguindo a perspetiva do trabalho científico. Devem levar os alunos a desenvolver a compreensão de procedimentos próprios do questionamento na resolução de problemas, normalmente emergentes de contextos reais que lhes são familiares.

As atividades investigativas envolvem sempre dois tipos de tarefas que têm como intenção dar resposta a uma questão problema colocada. Essas tarefas encontram-se ao nível da compreensão conceptual e da compreensão processual, que, articuladas entre si, conferem aos alunos as competências para a resolução dos problemas apresentados (Miguéns, 1999; Caamaño, 2003 e Martins et al., 2006).

Assim, para a realização efetiva de um trabalho prático do tipo investigativo, nas investigações promovidas nas aulas do 1.º CEB, devem estar presentes as seguintes etapas principais referidas por Martins (2002a): a) como se definem as questões-problema

a estudar; b) como se concebe o planeamento dos procedimentos a adotar; c) como se analisam os dados recolhidos e se estabelecem as conclusões; d) como se enunciam novas questões a explorar posteriormente, por via experimental ou não.

Segundo Martins et al. (2006) o modelo de trabalho prático investigativo envolve oito passos essenciais, que a seguir se transcrevem (p.44-45):

- *Seleção de um domínio interessante para a definição de um problema para estudo, escolhido pelos alunos ou sugerido pelo professor a partir de situações geradas na sala de aula ou no exterior. Em qualquer dos casos, importa identificar as ideias prévias dos alunos sobre o domínio conceptual em questão.*

- *Clarificação da questão problema: o que é que queremos saber? Nesta etapa importa precisar melhor a questão que se pretende investigar, dentro do domínio do problema. Poderá ser útil, neste caso, pesquisar em livros e revistas situações-problema já investigadas, para chegar à formulação de uma questão testável. Da pesquisa na literatura poderão emergir pistas para a elaboração de possíveis hipóteses explicativas.*

- *Planificação dos procedimentos a adotar: como é que vamos fazer para encontrar uma resposta? Esta questão é, porventura, o aspeto central de toda a estratégia. Com efeito, ela tem de estar corretamente articulada com a questão de partida e respetivas hipóteses, conceptual e metodologicamente, de modo a permitir colocar a seguinte questão: o que é que sabemos ou pensamos sobre o assunto e, portanto, quais as previsões que podemos adiantar?*

- *Execução da experiência: o que é que vamos fazer, que cuidados devemos ter? Nesta etapa pretende-se que o aluno realize a experiência planificada e recolha dados.*

- *Registo de dados e obtenção de resultados: como organizar os dados obtidos na experiência e o que é que eles querem dizer? A intenção é colocar o aluno a registar os dados recolhidos, segundo o formato previamente organizado para esse fim, e a interpretá-los no seu conjunto. Deverá, então, compará-los com as previsões feitas e, à luz disso, avaliar a sua pertinência para uma resposta à questão de partida.*

- *Conclusão: qual é a resposta à questão-problema e quais são os limites da sua validade? Através desta etapa pretende-se que o aluno, já na posse dos resultados, consiga estabelecer uma resposta à questão-problema, a qual será, portanto, a conclusão da experiência realizada. Além disso, tendo em conta os procedimentos seguidos, o aluno deverá reconhecer os limites de validade das conclusões alcançadas, como, por exemplo, os valores mínimo e máximo atribuídos à variável independente em estudo.*

- *Elaboração de novas questões: a partir das conclusões obtidas, que novas questões sou capaz de colocar?*

- *Comunicação dos resultados e da conclusão. Esta fase diz respeito à apresentação, oral e/ou por escrito, na forma de relato ou de relatório, dos resultados obtidos e dos procedimentos seguidos, bem como das conclusões alcançadas.*

Após a apresentação de alguns aspetos, teóricos e metodológicos, associados às atividades práticas, mais especificamente ao trabalho prático experimental, é importante referir a preocupação manifestada por Sá (1996); Sá e Varela (2000); Varela (2001); Sá (2004); Sá e Varela (2007). Estes investigadores referem que, geralmente, os alunos no 1.º CEB não têm oportunidades para realizar atividades práticas e experimentais de ciências, que potenciem adequadamente o seu desenvolvimento intelectual, pessoal e social. Os alunos do 1º CEB (Sá e Varela, 2007) raramente são envolvidos num processo genuíno de

construção de significados científicos e desenvolvimento de recursos cognitivos, que assentam na relação direta com os objetos concretos, manipulando-os, sentindo-os, experimentando-os e refletindo sobre as observações que efetuam e as ações que com eles realizam. Sem esses saberes e recursos, faltam os alicerces para a construção de competências indispensáveis a novas aprendizagens, que atravessam as diferentes áreas do currículo, e ao exercício futuro de uma cidadania participativa e informada.

É necessário, então, que os professores reconheçam a importância do ensino experimental das ciências e que seja valorizada a formação nesta área, seja na formação inicial, pela reformulação dos programas de formação de professores, ou contínua, pela planificação e execução de programas de formação nesta área¹⁴⁵.

6.1.1.1 A abordagem aos microrganismos na escola pela via experimental

Os microrganismos são uma parte essencial da vida na Terra e a atividade microbiana é utilizada frequentemente em campos diversificados como a medicina, a produção alimentar, o tratamento da poluição e a exploração de minério (Lima, 1998; Byrne e Sharp, 2006). No entanto, os alunos tendem a pensar que os humanos são o centro dos ecossistemas e não membros de um sistema interdependente de outros seres vivos, onde também estão incluídos os microrganismos. Esta visão tendencialmente antropocêntrica pode dever-se, em parte, à forma como a microbiologia é ensinada na escola. Reconhecendo que a vida na Terra deixaria de existir sem os microrganismos, os professores têm o desafio de educar os alunos não só sobre o papel dos microrganismos na saúde humana como também sobre o seu papel na ecologia do nosso planeta (Jones e Rua, 2006).

Segundo Jones e Rua (2006), a curiosidade natural das crianças do ensino básico, por exemplo, acerca das funções do seu corpo, são uma porta de entrada para a

¹⁴⁵ Um exemplo é o Programa de Formação em Ensino Experimental das Ciências (PFEEC) para Professores do 1.º CEB, criado pelo despacho nº 2143/2007 da Ministra da Educação. Este programa teve como finalidade aprofundar a formação e desenvolver as competências dos professores do 1.º CEB em cinco dimensões: i) compreensão da relevância de uma adequada Educação em Ciências para todos, capaz de mobilizar os professores para desenvolverem uma intervenção inovadora no ensino das Ciências nas suas escolas; ii) desenvolvimento de uma atitude de interesse, apreciação e gosto pelos conhecimentos científicos e pelo ensino das Ciências; iii) conhecimento didático de conteúdo relativo ao ensino das Ciências nos primeiros anos de escolaridade, tendo em consideração as atuais orientações curriculares para o ensino das Ciências Físicas e Naturais, da Educação Tecnológica e do Estudo do Meio, bem como a investigação recente em Didática das Ciências; iv) exploração de situações didáticas para o ensino das Ciências no 1.º CEB; v) conceção, implementação e avaliação de atividades práticas, laboratoriais e experimentais para o ensino das Ciências no 1.º CEB (Martins et al., 2007).

ocorrência de aprendizagens que levem os alunos à compreensão e construção de conceitos corretos e mais completos acerca deste tema¹⁴⁶.

De facto, alguns estudos vêm provar que as crianças, desde cedo, são capazes de aprender sobre microrganismos (Carey, 1985; Osborne et al., 1992; Byrne e Sharp, 2006). Contudo, verifica-se que mesmo após o ensino formal, e tendo em conta que o conhecimento e a compreensão dos conceitos aumenta com a idade, muitas crianças continuam a reter ideias alternativas, contraditórias e negativas que parecem resistir ao longo do tempo. Muitas dessas ideias sobre os microrganismos estão enraizadas na sua imaginação e fantasia e não na informação factual.

De salientar o facto que alguns dos aspetos referidos, virem a ser verificados desde o estudo realizado por Nagy, em 1953. Considerando a data desta investigação e a evolução da microbiologia nas últimas décadas, não é difícil perceber que estas concepções podem ser muito resistentes, apelando para uma mudança urgente na metodologia e abordagem dadas a esta temática, de preferência, o mais cedo possível.

É indiscutível a importância do conhecimento das concepções alternativas que as crianças apresentam relativamente aos conceitos de ciências. O conhecimento dessas ideias por parte dos professores que lecionam ciências e pelos responsáveis pela elaboração dos currículos pode ajudar, de uma forma significativa, na elaboração de estratégias de aprendizagem efetivas e na melhoria do próprio currículo (Griffiths e Grant, 1985; O-Saki e Samiroden, 1990; BouJaoude, 1992).

Em vários países em todo o mundo, os microrganismos estão incluídos nos currículos de ciências e nas orientações curriculares, sendo assim reconhecida a sua importância (Byrne e Sharp, 2006). No entanto, no caso português, Mafra e Lima (2009) identificam a abordagem aos microrganismos no 1.º CEB como inexistente ou muito incompleta. Neste seguimento, os mesmos autores reforçam a importância da realização de uma abordagem mais inclusiva e completa dos microrganismos logo a partir do 1.º CEB, tanto ao nível dos programas curriculares como nos manuais escolares.

Estudos como o de Schegel e Muñoz-Jordán (2004), desenvolvidos nos EUA, vêm demonstrar que após a aplicação de um programa de microbiologia em crianças do ensino básico podem surgir resultados muito positivos. Os autores do estudo verificaram que os resultados se traduziram numa melhoria da capacidade intelectual e desenvolvimento de competências em áreas disciplinares transversais diferentes das ciências naturais, como o

¹⁴⁶ Ao nível do ensino básico este aspeto pode ser alcançado através do uso de situações de aprendizagem que ocorrem espontaneamente na sala de aula. Por exemplo, situações em que um aluno foi ao médico, ou através do uso de imagens reais de microrganismos e os seus efeitos nos seres humanos (Jones e Rua, 2006).

inglês e a matemática. Este estudo veio ainda demonstrar que quando envolvemos crianças de tenra idade na realização de atividades científicas e em discussões científicas genuínas, permitimos que elas adquiram novos conceitos com uma motivação que lhes promove experiências agradáveis e com resultados eficazes. Estes investigadores salientam ainda a necessidade de uma revisão do currículo e uma melhoria na sua aplicação na sala de aula assim como a importância da abordagem, cada vez mais cedo, a termos e conceitos básicos na educação científica, através de atividades experimentais simples, nomeadamente, relacionadas com os microrganismos.

As aprendizagens sobre os microrganismos parecem ocorrer numa variedade de contextos, onde se inclui ambiente familiar (ensino informal) e a escola (ensino formal). Experiências comuns de vida parecem influenciar as ideias das crianças. Estes exemplos de experiências de aprendizagem informal, desde cedo, podem ser usados na sala de aula numa interligação dos contextos formal e informal¹⁴⁷. Deste modo, deve ser dada a oportunidade à criança de considerar e manifestar algumas das suas conceções prévias, através da discussão das suas experiências pessoais. Por exemplo, situações em que estão doentes e visitam o médico, quando descobrem em casa um pão bolorento ou observam folhas apodrecidas no jardim, podem conduzir a momentos de exploração do papel dos microrganismos nesses acontecimentos (Byrne, 2011).

Byrne e Sharp (2006) referem que muitas das ideias erradas que as crianças apresentam sobre microrganismos vêm também do facto de não terem tido acesso a imagens reais desses seres. A acrescentar a este facto, torna-se também difícil, especialmente em crianças mais pequenas, o entendimento da noção de *microscópico*, dado ser algo que não se vê. Assim, as ideias apresentadas pelas crianças, baseiam-se nas suas intuições e aproximam-se de representações que lhes são familiares, como forma de explicarem as suas ideias. Este facto aponta para a necessidade de mostrar às crianças, logo desde cedo, imagens reais de microrganismos, utilizando o microscópio, e promover a realização de atividades experimentais em que tenham um contacto real com estes seres vivos.

Os mesmos autores referem que a falta de conhecimentos relativamente à diversidade microbiana e o seu papel benéfico necessita de ser resolvido. Assim, torna-se necessário promover contextos de aprendizagem diferentes e explorar mais este conteúdo,

¹⁴⁷ Pode aproveitar-se a aprendizagem informal que as crianças trazem para a sala de aula, proveniente da experiência do seu dia a dia, e usá-la em situações de ensino formal, podendo, assim, ajudá-las a desenvolver uma noção mais científica da atividade microbiana, começando a colocar em causa alguma da forte conotação negativa e emocional que têm em relação aos microrganismos (Byrne et al., 2009).

no sentido de promover uma aprendizagem efetiva acerca do tema. Desenvolver atitudes positivas sobre os microrganismos é essencial se queremos promover a literacia científica das crianças e, com isso, permitir-lhes que contribuam para a discussão sobre o uso dos microrganismos de uma forma informada e adequada.

Em suma, a importância crescente dos microrganismos no contexto do nosso dia a dia e na sua aplicação e desenvolvimento da tecnologia, torna essencial a aposta num ensino e programas de aprendizagem sobre o tema, onde este seja abordado de uma forma mais coerente e completa. Este aspeto deve incluir o desenvolvimento de trabalhos práticos e o envolvimento das crianças em investigações seguras. Para que tais intervenções sejam efetivas e apresentem resultados positivos, os professores necessitam de descobrir previamente o que as crianças sabem, através do uso de metodologias específicas, de forma a poderem colocar em causa as ideias prévias apresentadas. Este procedimento poderá contribuir para o progresso das crianças e para a melhoria do ensino básico e secundário¹⁴⁸.

Abordagens baseadas na aprendizagem construtivista, desenvolvendo o conhecimento e a compreensão sobre a estrutura, funções e aplicações dos microrganismos durante o ensino básico e secundário ajudarão a garantir e a manter esse progresso (Byrne e Sharp, 2006).

Neste sentido, os mesmos autores destacam como sugestões para as abordagens referidas:

- a) Preparação de aulas com o objetivo de estudar a diversidade dos microrganismos e os vários tipos de atividade microbiana, por exemplo, o papel dos microrganismos na produção de alimentos, agricultura e ambiente. Realizar investigações simples sobre os fatores que afetam o crescimento de leveduras e algumas bactérias como *Lactobacillus*, reforçando a abordagem do uso destes microrganismos na produção tradicional de alimentos;

¹⁴⁸ Por exemplo, saber o que as crianças aos 10-11 anos pensam acerca dos microrganismos reveste-se de uma importância primordial, pois pode servir de base para a ocorrência de futuras aprendizagens, na medida em que se tenta contrariar a tendência verificada por vários autores para a resistência das ideias alternativas apresentadas pelas crianças sobre o tema. Resolvidas estas ideias (ou parcialmente resolvidas), nesta faixa etária, reduzir-se-á a possibilidade da ocorrência de obstáculos à aprendizagem aquando da lecionação de conteúdos relacionados com os microrganismos noutros níveis de ensino posteriores. Por exemplo, de acordo com Jones e Rua (2006), conceitos mais complexos relacionados com o uso dos antibióticos, resistência bacteriana, vacinas, resposta imunitária ou, segundo Byrne (2011), a compreensão sobre os processos metabólicos em que os microrganismos estão envolvidos. O facto de ter sido realizada uma abordagem mais completa a estes seres vivos anos antes, permitirá uma melhor aprendizagem de novos conceitos com que os alunos se depararão mais à frente no ensino formal e nas suas experiências do dia a dia. Além disso, terão reunidas mais condições para a realização de trabalho prático sobre atividades microbianas, de uma forma mais efetiva e com resultados mais positivos.

- b) Promover visitas a quintas de produção animal para a abordagem do processo digestivo dos ruminantes e explicar às crianças o papel vital dos microrganismos neste processo;
- c) Realizar visitas a estações de tratamento de águas residuais (ETAR) para explicar às crianças o papel importante que alguns microrganismos desempenham no tratamento de resíduos causadores de poluição.

De igual forma, Lock (1996) defende que o aumento da ênfase no trabalho prático sobre microrganismos, na faixa etária dos 7 aos 14 anos, pode ajudar a que as aprendizagens acerca dos microrganismos, em anos posteriores, ocorram mais facilmente. Além disso, por exemplo, fazer pão e iogurte com alunos de 7 anos permitirá, de facto, uma introdução direta à abordagem dos microrganismos segundo uma conotação positiva. As crianças podem, assim, compreender o uso de microrganismos benéficos e distingui-los entre os que não são benéficos, quando perante determinadas condições.

Estas e outras ideias indicam uma variedade de benefícios dos microrganismos e devem ser colocados em confronto com as ideias alternativas das crianças, desafiando-as e confrontando-as com o que sabem perante aspetos positivos da atividade microbiana.

Byrne e Sharp (2006) sugerem que podem ser também explorados diferentes recursos ou fontes de informação próximos do aluno. Por exemplo, recorrer ao uso de artigos de jornais ou anúncios televisivos como estímulo para a promoção de debates¹⁴⁹ e auxiliar as crianças a questionarem as suas conceções sobre os microrganismos. Assuntos como as bebidas “pró-bióticas”, agentes de limpeza antibacterianos, entre outros, podem ser pontos de partida para a discussão e, inclusive, a realização de pequenas investigações baseadas em atividades experimentais¹⁵⁰.

Os mesmos autores referem, ainda, que as atividades podem ser planeadas de modo a coordenar diferentes partes do currículo, promovendo, assim, a interdisciplinaridade. Como exemplo, numa atividade de microbiologia pode abordar-se a noção de escala (matemática) quando se discute o tamanho dos microrganismos em

¹⁴⁹ Segundo Byrne (2011), são evidentes, em vários estudos, fortes conotações emocionais dos microrganismos (características antropomórficas marcadas), sugerindo que as ideias apresentadas pelas crianças têm uma demarcada influência social. Desenvolvendo a interação social como uma estratégia pedagógica, oferecendo oportunidades para discutir e refletir as ideias apresentadas pelas crianças, permite que as mesmas desafiem os seus pares, e a elas próprias, através do discurso. Estas atividades podem ajudar a erradicar a perceção negativa dos microrganismos, encorajando uma conceção positiva.

¹⁵⁰ Um exemplo a destacar prende-se com o desenvolvimento de uma atividade experimental relacionando agentes de limpeza anunciados na televisão como “antibacterianos” e outros “normais”. Poderá recorrer-se a uma atividade simples de contaminação em placa para verificar a “veracidade” da eficácia anunciada na publicidade.

relação a um objeto de tamanho conhecido, como o diâmetro de um cabelo humano. Do mesmo modo, pode ser explorada a noção de crescimento exponencial entre as culturas de bactérias em comparação com a agregação de grãos de arroz ou feijões. Podem também criar-se situações de aprendizagem que promovam o conhecimento e a compreensão do papel dos microrganismos no ciclo de nutrientes e conseqüentemente na importância para a vida na Terra. Por exemplo, o ciclo do azoto pode ser estudado entre o contexto das plantas e a nutrição animal, envolvendo uma investigação sobre decomposição de materiais orgânicos (Lock, 1996; Byrne e Sharp, 2006), através do estudo do processo de decomposição numa pilha de compostagem.

Identificadas as ideias erradas mais comuns em crianças e a importância dos microrganismos como parte da biodiversidade e responsáveis por uma variedade de aspetos de vital importância para o funcionamento do nosso planeta e para a própria vida humana, torna-se importante avançar com propostas de metodologias relacionadas com a microbiologia a aplicar no 1.º CEB. Essas atividades, segundo Byrne et al. (2009), devem promover, de forma significativa, as características benéficas dos microrganismos, de modo a clarificar as crianças no sentido de uma perspectiva mais realista do papel destes seres vivos, principalmente ao nível da produção alimentar, da decomposição e ciclo da matéria e do tratamento das águas residuais¹⁵¹.

Outro aspeto que deve ser discutido no que diz respeito à abordagem dos microrganismos na escola, como um fator importante no desenvolvimento da literacia científica das crianças no início do ensino básico, é o conhecimento que os próprios professores apresentam acerca dos microrganismos. Apesar dos microrganismos desempenharem papéis de importância crítica no ambiente, tanto os alunos como os professores tendem a limitar o seu conhecimento ao facto de estes provocarem doenças nos humanos. Segundo Jones e Rua (2006), alunos e professores possuem alguma informação sobre microrganismos, contudo, existem grandes falhas no seu conhecimento, chegando mesmo a haver conceções que são comuns.

¹⁵¹ Sem no entanto ignorar, numa perspectiva de educação para a saúde, a abordagem da importância de alguns comportamentos salutogénicos que nos ajudam a evitar algumas doenças, principalmente através do controlo do desenvolvimento de microrganismos (ex.: lavar as mãos antes das refeições e quando utilizamos a casa de banho, lavar os dentes depois das refeições, cuidados de higiene diária, regras de conservação e preparação dos alimentos).

6.2 Método

6.2.1 Investigação-Ação

A Investigação-Ação (IA) pretende resolver problemas de carácter prático, sendo a investigação levada a cabo a partir da consideração da situação real. Não tem como objetivo a generalização de resultados obtidos, portanto, o problema do controlo não assume a importância que apresenta noutras investigações. A sua principal finalidade é a resolução de um dado problema para o qual não há soluções baseadas na teoria previamente estabelecida (Carmo e Ferreira, 1998). Do mesmo modo, Cohen e Manion (1990), defendem que o objetivo da IA é situacional e específico. A amostra é restrita e não representativa. Tem pouco ou nenhum controlo sobre as variáveis independentes e os seus factos não são generalizáveis, sendo apenas restritos à volta da situação em que se desenrola a investigação.

Tójar (2001) defende ainda que a IA utiliza um tipo de desenho de investigação orientado para a mudança e dirigido para a melhoria das conduções atuais. Como sinónimo de ação utiliza-se também os conceitos de prática, intervenção, programa ou inovação.

A IA preocupa-se, assim, em diagnosticar um problema num contexto específico e tenta resolvê-lo nesse contexto. É usualmente, embora não inevitável, colaboradora, sendo que a equipa do investigador e praticantes trabalham juntos num projeto. É também participativa, uma vez que os membros da equipa tomam parte direta, ou indireta, da execução da investigação e é auto avaliadora, pois está-se a avaliar continuamente as modificações dentro da situação em questão, tendo como último objetivo melhorar a prática de uma maneira ou de outra (Cohen e Manion, 1990). Os mesmos autores referem também que IA é empírica, apoiando-se, principalmente, sobre dados de observação e comportamento. Isto quer dizer que durante o período do projeto reúne-se, partilha-se, estuda-se, regista-se e avalia-se sobre a informação e, de vez em quando, esta sequência de factos constitui a base das revisões do progresso. O uso da IA é apropriada em qualquer caso em que se requer um conhecimento específico para um problema específico numa situação específica ou quando se vai incorporar um novo método num sistema já existente.

Pode aplicar-se o método de IA, por exemplo, a qualquer situação de sala de aula (Cohen e Manion, 1990) e todos os implicados na investigação, podem e devem ser coinvestigadores e coagentes da mudança. A investigação não se entende sem ação,

transformação e melhoria, e ação não se entende sem investigação. A principal estratégia de investigação e mudança é a reflexão crítica de todos os participantes (Hurtado, 2006).

Segundo Cohen e Manion (1990), a principal justificação para o uso da IA no contexto da escola é a melhoria da prática. Um aspeto que faz da IA um procedimento adequado para trabalhar nas aulas e nas escolas é a sua flexibilidade e adaptabilidade. Estas qualidades revelam-se nas mudanças que podem provocar na sua aplicação, na forma de experimentação e inovação, aspetos que caracterizam o método.

A sala de aula pode ser considerada um sistema social complexo onde se pode aplicar a metodologia da IA. Trata-se de uma espécie de investigação à pequena escala, que deve começar potenciando a dimensão pessoal do professor na esfera do seu desenvolvimento profissional. O professor deve refletir sistematicamente sobre a sua prática, sobre o seu trabalho na sala de aula e, a partir desta metodologia reflexiva e crítica, participar na transformação da realidade educativa que o rodeia (Hurtado, 2006). Desta forma, dentro da sala de aula deve funcionar um ciclo do tipo *Planificação – Ação – Observação – Reflexão* (Kemmis e McTaggart, 1988; Hurtado 2006).

Na terceira fase do estudo optou-se por realizar uma investigação colaborativa, designada por outros autores (Bartolomé, 1986; Reason e Heron, 2000) de *investigação cooperativa*. Trata-se de um tipo de investigação dentro da IA que requer a colaboração de todos os setores implicados, em que os participantes são, assim, coinvestigadores, planeiam, refletem, extraem conclusões e tomam decisões (Hurtado, 2006). Este aspeto é de facto importante dado que deste modo, segundo Cohen e Manion (1990), a IA contribui não só para melhoria da prática mas também para uma teoria de educação e ensino que seja acessível a outros professores.

6.3 Construção dos instrumentos de medida

Com a implementação da intervenção educativa pretende-se encontrar a resposta para a questão de investigação inicial:

De que modo as atividades experimentais em microbiologia contribuem para uma efetiva mudança de conceções prévias relativamente aos microrganismos?

Após análise dos resultados da Fase 1 e Fase 2, desenhou-se um conjunto de atividades que têm como objetivo a abordagem ao tema “microrganismos” no 1.º CEB.

A relação entre os resultados das duas fases anteriores encontra-se nos Quadros 80 a 83 e a sua análise ajudou a definir um conjunto de atividades experimentais a aplicar na terceira fase.

Planificaram-se assim cinco atividades a implementar na sala de aula para o 4.º ano de escolaridade.

Explorando cada um dos parâmetros, tendo em conta os resultados obtidos nas fases anteriores do estudo, podemos dizer que:

i) relativamente ao parâmetro ***microrganismos como parte do mundo vivo***.

Torna-se pertinente desenvolver atividades que abordem este tema, completando desta forma o conceito de diversidade biológica e a classificação dos seres vivos. Pretende-se que as crianças reconheçam a existência dos microrganismos como seres vivos e, conseqüentemente, como seres capazes de atividade biológica tal como outros seres vivos que conhecem. Este aspeto tenta colmatar a conceção redutora, errada, vigente no programa e manuais do 1.º CEB em que os seres vivos aparecem dicotomizados em “Animais e Plantas”.

ii) relativamente ao parâmetro ***microrganismos e saúde***

Abordando o aspeto negativo entre os microrganismos e o Homem, associado ao surgimento da doença, estas atividades devem explicar alguns comportamentos que se devem adotar no dia a dia, numa perspetiva de educação para a saúde, destacando a valorização de comportamentos salutogénicos relacionados com a higiene do corpo (mãos e boca, principalmente), como fator promotor de saúde. Estas atividades procuram promover a compreensão desses comportamentos, contrariando a informação transmitida pelos manuais escolares em que estes comportamentos são associados a ordens ou normas de boa conduta, não sendo explicada a razão por que se devem adotar.

iii) relativamente ao parâmetro ***microrganismos e alimentos***

Com estas atividades pretende-se, por um lado, encontrar uma estratégia que mostre às crianças que existem microrganismos que são benéficos e permitem a produção de alguns alimentos, como o pão, o queijo ou o iogurte. Estas atividades colocam alguns microrganismos como protagonistas na produção de alimentos habitualmente presentes no dia a dia da criança e projeta estes seres vivos para um patamar de relevante importância, salientando o papel benéfico de alguns microrganismos, contrariando a tendência comum em associá-los, unicamente, ao aparecimento da doença.

iv) relativamente ao parâmetro ***microrganismos, tecnologia e ambiente***

Com estas atividades pretende-se mostrar que alguns microrganismos são importantes para a reciclagem da matéria orgânica, contribuindo para a circulação de materiais na natureza e que podem também ser usados no tratamento de águas residuais nas ETAR.

6.3.1 Relação entre os resultados encontrados durante as fases anteriores do trabalho de investigação e as atividades que podem ser exploradas.

Nos Quadros 80 a 83 podem ser analisadas as relações entre os resultados encontrados na 1.^a e 2.^a fase do trabalho e algumas das atividades possíveis de desenvolver nos dois Ciclos, de acordo com os parâmetros de análise inicialmente definidos para o trabalho.

Quadro 80 – Relação entre os resultados da análise da 1.ª e 2.ª fase do estudo e atividades que podem ser exploradas relativamente ao Parâmetro 1 –

Microrganismos e o mundo vivo

	O que encontramos no programa e nos manuais?	Algumas percepções dos alunos no final do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico (resultados do questionário)	O que se pretende com as atividades?	Exemplos de atividades a desenvolver
1.º CEB	Várias referências aos “micróbios”, associando-os ao aparecimento da doença e à poluição. Não são, no entanto, reconhecidos como pertencentes ao mundo vivo. Referência ao microscópio no programa (Estudo do Meio, Bloco: “À descoberta dos materiais e objetos” (3.º e 4.º ano).		Dar a conhecer os microrganismos como parte integrante do mundo vivo. Dar a conhecer os microrganismos através de atividades práticas simples. Promover a utilização/manuseamento do microscópio.	Atividades simples demonstrativas da existência de microrganismos. Atividades simples demonstrativas da existência de microrganismos como seres vivos com atividade biológica própria. Atividades relacionada com o manuseamento do microscópio.
2.º CEB	Os microrganismos são, pela primeira vez, considerados como seres vivos e incluídos num sistema de classificação. São associados ao reino <i>protista</i> e <i>monera</i> . Abordagem direta aos seres unicelulares e ao microscópio. Surge uma proposta de atividade experimental para observação de uma infusão.	33,8% dos alunos consideram os microrganismos pertencentes ao reino animal.	Melhorar a percepção da biodiversidade do nosso planeta referenciando os microrganismos como pertencendo a um reino à parte dos animais e das plantas; Promover uma melhor compreensão de outros temas relacionados com os microrganismos (higiene pessoal / alimentos / espaços, produção / conservação / manuseamento de alimentos, etc.). Salientar os microrganismos como seres que fazem parte de um sistema de classificação.	Proposta de atividade relacionada com a classificação dos seres vivos (incluindo microrganismos). Reformular e melhorar a atividade da infusão proposta nos manuais.

Quadro 81 – Relação entre os resultados da análise da 1.ª e 2.ª fase do estudo e atividades que podem ser exploradas relativamente ao Parâmetro 2 – **Microrganismos e Saúde**

	O que encontramos no programa e nos manuais?	Algumas percepções dos alunos no final do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico (resultados do questionário)	O que se pretende com as atividades?	Exemplos atividades a desenvolver
1.º CEB	<p>Abordagem à higiene do corpo e dos alimentos - <i>lavar as mãos antes das refeições, lavar os dentes depois das refeições, lavar os alimentos que comemos crus, cuidar das unhas</i>. Anúnciação de regras e comportamentos sem, no entanto, justificar a importância da sua execução.</p>			<p>Atividades que demonstrem:</p> <p>a) a existência de micróbios na pele e na boca: diferença de contaminação das mãos antes e depois de lavadas; observação de bactérias da placa bacteriana.</p> <p>b) como os microrganismos se podem propagar se não existir um controlo dos mesmos (controlo = a comportamento salutogénico).</p>
2.º CEB	<p>Identificam-se os micróbios responsáveis por determinadas doenças (micoses, cárie dentária, etc.).</p> <p>Reconhece-se, pela primeira vez, que a adoção de comportamentos, como lavar o corpo, lavar os dentes, etc. são modos de eliminar microrganismos indesejáveis.</p> <p>Identificam-se produtos usados na desinfeção de ferimentos (antissépticos).</p> <p>Reconhece-se que alimentos contaminados podem ser um modo de transmissão de doenças, podendo levar a intoxicações alimentares.</p> <p>O ar é identificado como uma via de transmissão de algumas doenças (ex.: através do espirro e tosse).</p> <p>Estabelece-se uma relação entre alguns micróbios e a constituição de algumas vacinas e medicamentos, assim como a produção de antibióticos.</p>	<p>Apenas 17,9% dos alunos considera que podemos encontrar micróbios na boca.</p> <p>Apenas 31,4% dos alunos considera que podemos encontrar microrganismos na pele.</p>	<p>Demonstrar a existência de microrganismos na boca e na pele, justificando os comportamentos salutogénicos propostos e aconselhados nos programas e manuais relacionados com a higiene. Explicar que os microrganismos podem entrar no nosso organismo e provocar doença se nós não adotarmos esses comportamentos.</p> <p>Pretende-se, assim, valorizar o comportamento através do conhecimento das consequências e das causas prováveis dessas consequências.</p> <p>Mostrar como os micróbios podem transmitir-se facilmente, de pessoa para pessoa, se estas não adotarem medidas, como a lavagem das mãos, por exemplo.</p> <p>Mostrar ao microscópio micróbios constituintes de algumas vacinas e medicamentos.</p>	<p>Atividades que demonstrem:</p> <p>a) a existência de micróbios na pele, unhas, dentes (placa dentária).</p> <p>b) a existência de micróbios constituintes de algumas vacinas.</p> <p>c) a existência de micróbios constituintes de alguns medicamentos (ex.: ultralevure).</p> <p>d) como os microrganismos se podem propagar se não forem adotados determinados comportamentos (comportamento salutogénico = controlo de microrganismos). Ex: a transmissão de microrganismos de mão para mão.</p> <p>e) a ação dos antissépticos no controlo de microrganismos.</p> <p>f) a contaminação de placas com mão suja/mão lavada.</p>

Quadro 82 – Relação entre os resultados da análise da 1.ª e 2.ª fase do estudo e atividades que podem ser exploradas relativamente ao Parâmetro 3 – **Microrganismos e alimentos**

	O que encontramos no programa e nos manuais?	Algumas perceções dos alunos no final do 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico (resultados do questionário)	O que se pretende com as atividades?	Exemplos de atividades a desenvolver
1.º CEB	<p>É referenciada a produção de alimentos como o iogurte, o queijo, o pão e o vinho, mas sem nunca referir a intervenção dos microrganismos responsáveis.</p> <p>Conteúdos relacionados com a importância do prazo de validade de alguns alimentos.</p> <p>São enumerados alguns métodos de conservação de alimentos.</p>		<p>Explicar que na produção de alguns alimentos como o iogurte, o pão e o queijo, estão envolvidos alguns microrganismos, reforçando o caráter benéfico destes.</p> <p>Verificar exemplos de fatores que influenciam a conservação dos alimentos.</p> <p>Explicar porque é importante que se verifiquem e respeitem os prazos de validade dos alimentos.</p>	<p>Atividades demonstrativas da importância do cumprimento do prazo de validade.</p> <p>Atividades demonstrativas da eficácia de alguns métodos de conservação de alguns alimentos (não aplicação vs aplicação).</p> <p>Atividade da produção do iogurte (fermentação láctica e produção do pão (fermentação alcoólica).</p> <p>Atividades usando a levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i>, simulando a produção do pão e realçando o caráter benéfico deste microrganismo para o Homem.</p>
2.º CEB	<p>É explicada a razão pela qual os alimentos devem ser submetidos a processos de conservação.</p> <p>É explicado que os alimentos podem alterar-se com a luz e a humidade, podendo desenvolver-se neles alguns microrganismos.</p> <p>É indicado que são utilizados alguns microrganismos na produção de determinados alimentos como o iogurte, o pão, o queijo e a cerveja.</p> <p>São indicados alguns microrganismos que degradam alimentos (caso dos fungos).</p> <p>Surge, por vezes, uma atividade demonstrativa da ação dos fungos sobre os alimentos.</p>	<p>Apenas 11,8% dos alunos associam os microrganismos à produção de alimentos.</p>	<p>Explicar porque é que temos de submeter alguns alimentos a processos de conservação se quisermos que esses se conservem durante mais tempo, antes de os comerem.</p> <p>Demonstrar que há métodos de conservação eficazes na preservação de alguns alimentos.</p>	<p>Atividades demonstrativas da eficácia de alguns métodos de conservação de alguns alimentos (não aplicação vs aplicação).</p> <p>Atividade da produção do iogurte (fermentação láctica) e produção do pão (fermentação alcoólica).</p> <p>Atividades demonstrativas da ação dos fungos nos alimentos (com e sem controlo).</p> <p>Melhoria da atividade acerca da ação dos fungos sobre os alimentos, apresentada em alguns manuais.</p>

Quadro 83 – Relação entre os resultados da análise da 1.ª e 2.ª fase do estudo e atividades que podem ser exploradas relativamente ao Parâmetro 4 – **Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente**

	O que encontramos no programa e nos manuais?	Algumas percepções dos alunos no final do 1.º e 2.º CEB (resultados do questionário)	O que se pretende com as atividades?	Exemplos de atividades a desenvolver
1.º CEB	<p>Importância do saneamento básico e do abastecimento de água às populações (tema presente no programa mas ausente nos manuais analisados).</p> <p>Qualidade da água e formas de poluição dos cursos de água. Tratamento de esgotos. Microrganismos como causadores da poluição da água.</p>	<p>34% dos alunos atribui a fatores físicos a biodegradabilidade.</p> <p>Apenas 3,2% dos alunos refere que os microrganismos podem tratar as águas residuais.</p>	<p>Explicar que existem métodos que permitem a eliminação de microrganismos da água, de forma a torná-la menos poluída e até própria para consumo.</p> <p>Explicar que existem microrganismos que estão envolvidos nos processos de decomposição da matéria orgânica, permitindo a biodegradabilidade desses materiais na natureza.</p> <p>Explicar que existem microrganismos responsáveis pelo tratamento de águas residuais (fase biológica) nas ETAR, contribuindo para uma melhoria da qualidade da água antes desta ser devolvida à Natureza (ação benéfica dos microrganismos).</p>	<p>Atividades demonstrativas da eficácia da ação de determinados métodos no controlo de microrganismos na água (ex.: temperatura, determinados agentes químicos...).</p> <p>Dar a conhecer alguns dos microrganismos que atuam nas ETAR, no tratamento das águas residuais.</p> <p>Atividades de construção de um minicompostor.</p>
2.º CEB	<p>Abordagem à água potável, salobra e inquinada.</p> <p>Primeira abordagem ao conceito de biodegradável. O papel dos microrganismos na decomposição de folhas, ramos e cadáveres da floresta, transformando-os em sais minerais e enriquecendo o solo.</p> <p>A importância dos microrganismos no tratamento de águas residuais (nas ETAR). Referência que existem bactérias utilizadas neste processo que transformam os resíduos orgânicos em matéria mineral e gás.</p>		<p>Explicar o papel de alguns microrganismos na decomposição da matéria orgânica (conceito de biodegradável).</p> <p>Introduzir a temática da compostagem, como exemplo da ação dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica e o seu envolvimento no ciclo de matéria nos ecossistemas.</p>	<p>Atividades demonstrativas da ação dos microrganismos na decomposição de elementos não orgânicos vs elementos orgânicos colocados no solo.</p> <p>Atividade de compostagem usando um compostor.</p> <p>Atividade demonstrativa (simulação) relacionada com a ação de microrganismos na degradação de um tipo específico de poluente.</p>

Apesar de nos Quadros 80 a 83 se identificarem algumas atividades que se poderiam desenvolver na sala de aula, foram escolhidas cinco atividades, relacionadas com os parâmetros de análise.

6.3.2 Relação entre os parâmetros de análise e as atividades propostas no âmbito da intervenção educativa

No Quadro 84, encontra-se a relação entre os quatro parâmetros de análise e as atividades propostas.

Quadro 84 – Relação entre os parâmetros de análise e as propostas de atividades desenvolvidas

Parâmetros de análise relacionados	ATIVIDADES PROPOSTAS
Microrganismos e o mundo vivo	Este parâmetro encontra-se incorporado em todas as atividades realizadas.
Microrganismos e Saúde	Atividades demonstrativas da existência de micróbios na pele e nos dentes. Observação microscópica e macroscópica (contagem de colónias em placa com meio de cultura).
Microrganismos e alimentos	Atividade demonstrativa de atividade biológica da levedura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) (produção de CO ₂). Atividade de simulação da produção do pão usando a levedura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).
Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente	Atividade que apresenta microrganismos envolvidos no processo de tratamento de águas residuais das ETAR – lamas ativadas.

De forma a clarificar cada uma das atividades realizadas, estas foram divididas em atividades do tipo A, B e C, correspondendo a três dos quatro parâmetros de análise¹⁵² sendo que o parâmetro *microrganismos e o mundo vivo*, pela sua transversalidade, está presente em todas as atividades (Ver Quadro 85).

¹⁵² O parâmetro *microrganismos e o mundo vivo*, esteve presente em todas as outras atividades, contudo, de uma forma mais evidente, numa das atividades do tipo A.

Quadro 85 – Definição das atividades realizadas

Tipo de atividade	Atividades realizadas	Aspetos principais da atividade	Principal finalidade da atividade
A	A1- Identificação da levedura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> como ser vivo microscópico	Observação de atividade biológica (produção de CO ₂) da levedura e observação microscópica.	Identificar a levedura como ser vivo.
	A2- Simulação da produção de pão usando a levedura.	Observação do efeito da produção de CO ₂ pela levedura no crescimento da massa na produção do pão.	Identificar a levedura como microrganismo útil ao Homem na produção de alimentos.
B	B1- Observação de microrganismos presentes na boca (dentes).	Observação de uma amostra de placa dentária retirada diretamente dos dentes. Comprovação da eficácia do processo de escovagem dos dentes.	Salientar a importância de uma correta higiene oral após as refeições.
	B2- Observação de microrganismos presentes na pele das mãos (comparação entre mãos lavadas e por lavar).	Comparação entre a contaminação de placa com meio de cultura usando uma mão suja e mão lavada. Comprovação da eficácia do ato de lavar as mãos.	Salientar a importância de uma correta higiene das mãos antes das refeições.
C	Observação e Identificação de microrganismos (protozoários) presentes nas lamas ativadas de uma ETAR.	Observação e identificação de protozoários presentes em lamas ativadas de uma ETAR, responsáveis pela depuração de águas residuais.	Identificar a existência de microrganismos úteis para o Homem no combate à poluição.

6.3.3 Elaboração das atividades experimentais

Para a execução das atividades experimentais foram elaborados guíões de atividade e respetivos protocolos experimentais.

O modelo utilizado na planificação das atividades foi adaptado do proposto pelo Ministério da Educação, no âmbito das orientações do Programa de Formação de Professores do 1.º CEB para o Ensino Experimental das Ciências (Martins et al., 2006). Esse modelo obedece a um ensino pela perspetiva construtivista na sala de aula, colocando o aluno como protagonista da sua aprendizagem ao longo do processo.

Concebido para melhorar as práticas do ensino experimental das ciências neste ciclo de ensino, este programa teve como apoio um conjunto de guíões didáticos temáticos em tópicos relevantes do Currículo Nacional de Ensino Básico (ME, 2001) e do Programa do 1.º CEB (ME, 1990; 2004). Assim, seguindo a mesma tipologia de apresentação de Martins et al. (2008) e adaptando ao tema “microrganismos”, as atividades foram planificadas e apresentadas de acordo com as seguintes secções:

6.3.3.1 Enquadramento curricular

Justifica-se a pertinência do tema relacionado com os “microrganismos”, apresentando de uma forma sucinta as várias secções do Currículo e do Programa (ME, 2001; ME, 2004) onde este é abordado indiretamente. Não se tratando de uma temática com uma área dedicada no programa, existem secções em que esta pode ser incorporada de forma a enriquecer o Currículo e o Programa do 1.º CEB, nomeadamente a área de Estudo do Meio.

Assim, no Quadro 86¹⁵³, indicam-se a(s) secção(ões) do Programa do 1.º CEB onde as atividades experimentais propostas poderão ser desenvolvidas. Nomeadamente: A) *microrganismos como produtores de alimentos*; B) *os microrganismos que existem na pele e nos dentes*; C) *os microrganismos que atuam no tratamento das águas residuais*. Seguindo este tipo de identificação, as atividades foram classificadas como sendo do tipo A, B e C.

Quadro 86- Relação entre os conteúdos do 1.º CEB indiretamente relacionados com a ação microbiana e as atividades propostas (Adaptado de ME, 2004 e ME, 1991)

Atividade	Ano Escolaridade	Bloco do Programa do 1.º CEB	Temáticas abordadas/observações
A	3.º	Bloco 6- <i>À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.</i> Ponto 1: <i>A agricultura e o meio.</i> Ponto 2: <i>A criação de gado no meio local.</i>	Agricultura como fonte de matérias-primas (trigo/farinha/pão, uvas/vinho, tomate/concentrado). Produção de laticínio e enchidos.
B	1.º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i>	Reconhecimento das normas de higiene do corpo e dos alimentos: lavar as mãos antes de comer, lavar os dentes, lavar os alimentos; o conhecimento e aplicação das normas de vigilância da sua saúde (idas periódicas ao médico, boletim individual de saúde).
	2.º	Bloco 1- <i>À descoberta de si mesmo.</i> Ponto 4: <i>A saúde do seu corpo.</i>	Hábitos de higiene diária, importância da água potável, do prazo de validade dos alimentos, higiene dos espaços de uso coletivo; reconhecimento da importância da vacinação para a saúde.
C	4.º	Bloco 6- <i>À descoberta das inter-relações entre a natureza e a sociedade.</i> Ponto 2: <i>A qualidade do ambiente.</i>	Identificação de fatores poluentes, qualidade da água e formas de poluição dos cursos de água, desequilíbrios ambientais provocados pela atividade humana.

¹⁵³ No Quadro 86 cruzam-se as atividades propostas com os conteúdos abordados no 1.º CEB relacionados com o tema. Este cruzamento deve também ser visto como uma identificação de momentos em que a temática pode ser introduzida no 1º CEB pela realização de atividades experimentais.

6.3.3.2 Finalidade das Atividades

Explica-se o que se pretende que as crianças alcancem, globalmente, com a realização de cada uma das atividades propostas. Assim, os três tipos de atividades desenvolvidas (A, B e C), apresentam como principais finalidades:

1) Reconhecer que, para além dos microrganismos que provocam doença (patogénicos), existem outros que são benéficos e até essenciais ao Homem e à natureza. O Homem utiliza alguns desses microrganismos para fazer alimentos que consumimos no nosso dia a dia;

2) Reconhecer que existem microrganismos que vivem na nossa pele e boca, cujo desenvolvimento deverá ser controlado sob pena destes virem a provocar doenças, prejudicando-nos. O controlo desses microrganismos passa pela adoção de hábitos de higiene diários;

3) Salientar a higiene corporal como um fator importante para a saúde;

4) Reconhecer que existem técnicas de depuração de águas residuais cujos principais protagonistas são microrganismos e cuja a ação benéfica desses seres permite que a carga poluente excessiva presente nas águas residuais que produzimos diariamente seja reduzida consideravelmente antes de serem devolvidas à natureza.

Para atingir as finalidades anteriormente descritas apresenta-se no Quadro 87 um conjunto de objetivos associados especificamente a cada tipo de atividades desenvolvidas.

No Quadro 88 encontram-se os temas explorados por cada uma das atividades e exemplos de questões associadas que se pretendem que as crianças respondam no final de cada uma delas. Algumas dessas questões foram transformadas em *questão-problema* e colocadas como ponto de partida no início dos protocolos experimentais (Ver ANEXO X).

Quadro 87 - Objetivos associados a cada uma das classes de atividades desenvolvidas

Atividades	Objetivos específicos das atividades
A	<ul style="list-style-type: none"> - Demonstrar que a levedura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) é um ser vivo microscópico e apresenta, consequentemente, atividade biológica. - Demonstrar que existem microrganismos que estão envolvidos na produção de alimentos habitualmente presentes no nosso cotidiano (ex.: pão). - Explicar o papel da levedura na produção do pão.
B	<ul style="list-style-type: none"> - Demonstrar a existência de microrganismos na boca e na pele, justificando a adoção de comportamentos salutogênicos relacionados com a higiene do corpo (ex.: lavar as mãos antes das refeições, lavar os dentes depois das refeições). - Associar a higiene corporal ao controlo de crescimento microbiano, através da adoção de hábitos de higiene pessoal diários (caso específico da lavagem das mãos e dos dentes) salientando a higiene corporal como um fator importante para a saúde.
C	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar que existem microrganismos que estão envolvidos nos processos de decomposição da matéria orgânica, permitindo que esses materiais sejam biodegradáveis e reutilizáveis na Natureza. - Explicar que existem métodos biológicos, envolvendo determinados microrganismos, que permitem a eliminação de outros microrganismos (alguns potencialmente patogênicos) das águas residuais, tornando-as mais despoluídas antes de serem devolvidas à Natureza. - Identificar alguns microrganismos (protozoários) presentes nas lamas ativadas responsáveis pelo processo de tratamento das águas residuais.
<p>Objetivos relacionados com o parâmetro <i>Microrganismos e o mundo vivo</i> (transversais a todas as atividades)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dar a conhecer os microrganismos como parte integrante do mundo vivo; - Referenciar os microrganismos como seres microscópicos que pertencem a reinos à parte dos animais e das plantas; - Melhorar a perceção sobre a biodiversidade do nosso planeta. - Promover uma melhor compreensão de outros temas relacionados com os microrganismos e que constam nos programas e manuais do 1.º CEB (higiene pessoal/alimentos/espacos, produção/conservação/manuseamento de alimentos, etc.). - Promover a utilização/manuseamento do microscópio.

Quadro 88- Relação entre o tema das atividades e as questões associadas

Atividades A		Atividades B		Atividade C
A1	A2	B1	B2	C
Identificação da levedura como ser vivo e constituinte do fermento de padreiro.	A levedura como microrganismo usado na produção do pão.	Constatação da presença de microrganismos na boca e a eficácia da higiene oral no controlo desses microrganismos.	Constatação da presença de microrganismos nas mãos e a eficácia da lavagem das mãos no controlo desses microrganismos.	Microrganismos que intervêm no tratamento de águas residuais.
Questões associadas				
<i>Como é constituído o fermento de padreiro? Será que a levedura é um ser vivo? Em que grupos de seres vivos incluímos as leveduras?</i>	<i>Será que existem microrganismos envolvidos na produção do pão? Qual o papel da levedura na produção do pão?</i>	<i>Existem microrganismos nos dentes? Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?</i>	<i>Existem microrganismos na pele? Porque devemos lavar as mãos antes das refeições?</i>	<i>Podemos usar microrganismos para o tratamento das águas poluídas? Como é que são esses microrganismos?</i>
Questões-problema das atividades (protocolos)				
<i>Há vida no fermento de padreiro?</i>	<i>Os micróbios podem fazer pão?</i>	<i>Os teus dentes têm micróbios? Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?</i>	<i>Porque devemos lavar as mãos antes das refeições?</i>	<i>Como são os micróbios que limpam as águas dos esgotos?</i>

As atividades desenvolvidas permitem o desenvolvimento de alguns *conceitos*, *procedimentos* assim como algumas *técnicas* e *atitudes*. No Quadro 89, usando uma adaptação de Garcia Barros, et al. (1997), apresenta-se a relação entre essas dimensões, relativamente ao tema em estudo.

Quadro 89 – Relação entre os conteúdos, procedimentos, técnicas e atitudes trabalhados com as atividades desenvolvidas (Adaptado de Garcia Barros et al, 1997).

Atividade	Conceitos	Procedimentos	Técnicas	Atitudes
A1	As leveduras são seres vivos microscópicos que pertencem a um reino diferente do dos animais e das plantas.	Identificação e controlo de variáveis. Registo de dados em tabelas. Registo em desenho. Observação e interpretação.	Medições variadas usando vários instrumentos e unidades de medida: temperatura (termómetro/°C); tempo (cronómetro/minutos); crescimento da massa (régua/centímetros).	Rigor e cuidado na realização de atividades experimentais.
A2	As leveduras usam o açúcar como alimento e durante a sua atividade libertam dióxido de carbono. As leveduras são microrganismos benéficos para o Homem e são usadas na produção de alimentos, como o pão.	Leitura de tabelas. Transposição de dados de tabelas para gráficos. Leitura e interpretação de gráficos. Discussão e troca de ideias. Apresentação de resultados.	Preparação de observação microscópica. Manuseamento do microscópio.	Reconhecimento dos micróbios como seres vivos. Reconhecimento da existência de micróbios benéficos (conotação positiva).
B1	Nos dentes existem micróbios vivos que fazem parte da “flora normal” da boca, mas podem desenvolver-se de forma anormal e provocar cáries dentárias se não forem devidamente controlados através de uma correta higiene oral.	Identificação e controlo de variáveis. Registo de dados em tabelas. Registo em desenho. Observação e interpretação.	Medições variadas usando vários instrumentos e unidades de medida: temperatura (termómetro/°C); tempo (cronómetro/minutos). Contagem de colónias de microrganismos (grau de contaminação).	Valorização das medidas preventivas das cáries dentárias (higiene oral).
B2	As mãos contêm micróbios que poderão ser patogénicos e entrar no organismo através da boca, seja inadvertidamente ou através dos alimentos que ingerimos. Para evitar a entrada desses seres devemos fazer uma higiene correta das mãos antes das refeições.	Leitura de tabelas. Leitura e interpretação de placas de petri cultivadas (colónias). Discussão e troca de ideias. Apresentação de resultados.	Preparação de observação microscópica. Cultura de bactérias em placa de petri. Manuseamento do microscópio.	Valorização das medidas preventivas relativamente à lavagem das mãos antes das refeições. Reconhecimento da adoção de determinados comportamentos como um modo de controlar, autonomamente a sua saúde e a dos outros.
C	Existem micróbios que conseguem degradar compostos orgânicos e bactérias em excesso nas águas residuais. Alguns desses micróbios – protozoários - podem ser encontrados em lamas ativadas no fundo de alguns tanques nas ETAR.	Registo de dados em tabelas. Registo em desenho. Observação e interpretação. Leitura de tabelas. Discussão e troca de ideias. Apresentação de resultados.	Preparação de observação microscópica (protozoários de lamas ativadas das ETAR). Manuseamento do microscópio.	Valorização dos micróbios a favor do ambiente, como agentes de luta contra a poluição.

De seguida faz-se uma apresentação dos guiões das atividades experimentais aplicados durante a intervenção educativa, que orientam a execução das atividades em sala de aula e devem acompanhar os protocolos elaborados.

6.3.3.3 Enquadramento conceptual

Apresentam-se conteúdos teóricos relacionados com os microrganismos e, especificamente, com cada uma das atividades propostas. Estes conteúdos são fundamentais para a atuação do professor na orientação das atividades. Não é um conteúdo que seja imprescindível para os alunos durante e/ou no final da atividade, mas sim uma base teórica e conceptual para o professor poder atuar de forma segura, avançar nas atividades e garantir com sucesso a finalização das mesmas, com resultados significativos por parte dos alunos.

6.3.3.4 Guiões das atividades

Apresentam-se guiões com a finalidade de orientarem as atividades de exploração experimental. Estes encontram-se organizados de forma que se obtenha um fio condutor consistente e lógico, promovendo, uma prática de ensino construtivista. Aqui também se informam aspetos técnicos que poderão ajudar na apresentação do tema, o contexto de exploração das atividades e as metodologias a desenvolver no decorrer das atividades. No início de cada atividade os alunos são confrontados com uma *questão problema* que será o ponto de partida e objeto de exploração experimental em grupo. Farão previsões iniciais e seguirão um procedimento com o objetivo final de encontrar uma resposta ao problema inicial. As atividades estão estruturadas de modo que as crianças compreendam o que é um ensaio controlado; saibam prever fatores que poderão afetar o valor da variável a medir; fazer previsões e inferências, sejam capazes de distinguir dados de uma observação, façam registos de forma diversificada, façam interpretações, cheguem a conclusões e confrontem resultados obtidos com previsões feitas, apoiando-as ou enfraquecendo-as. Desta forma, as atividades apresentam uma tipologia *Prevê-Observa-Explica-Reflete* (POER). Nos protocolos de apoio às atividades listam-se os recursos necessários (equipamentos, utensílios e consumíveis). Apresentam-se, no final de cada plano, as conexões possíveis com áreas curriculares do programa do 1.º CEB, para além do Estudo do Meio, nomeadamente as áreas do Português, Matemática e Expressão Plástica.

São também apresentadas as aprendizagens esperadas no domínio dos conceitos, processos e atitudes potencialmente desenvolvidas nos alunos, tendo em conta o desenvolvimento de competências anunciadas no Currículo Nacional do Ensino Básico. Relacionam-se aqui as competências que se querem preferencialmente ver desenvolvidas com as atividades específicas em si.

Foram elaborados seis guiões para a orientação das atividades de acordo com os objetivos que se pretendiam atingir. Estes são constituídos por várias secções: a) *Propósito da atividade*; b) *Contexto de exploração*; c) *Metodologia da exploração*; c.1) *Como vão registar*; c.2) *O que verificam*; d) *Conexões da atividade com áreas curriculares do Programa do 1.º CEB*; e) *Notas adicionais*.

De salientar que algumas atividades apresentam uma secção onde são referenciados os cuidados a ter na manipulação dos materiais¹⁵⁴ e regras a seguir no sentido de garantir a segurança das crianças e dos professores participantes nas atividades.

Antes das atividades propriamente ditas, a intervenção na sala de aula inicia-se com a Atividade A0 que tem como principal objetivo dar a conhecer aos alunos o microscópio – instrumento a ser utilizado nas atividades seguintes. Assim, com esta estratégia, pretende-se que os alunos fiquem familiarizados com este instrumento, importante no estudo dos microrganismos.

6.3.3.4.1 *Guião da atividade A0 – Conhecer o microscópio*

a) *Propósito da atividade*

- Conhecer as partes constituintes do microscópio e as suas respetivas funções.
- Reconhecer o microscópio como instrumento importante para a observação de objetos que não são visíveis a olho nu.
- Compreender a importância do microscópio para a observação de microrganismos.

b) *Contexto de exploração*

O microscópio é um instrumento reconhecido por algumas crianças, no entanto, poucas conhecem a sua verdadeira potencialidade como instrumento e desconhecem o seu funcionamento. Apesar de ser um instrumento referenciado no programa do 1.º CEB, no bloco programático do Estudo do Meio “*À descoberta dos materiais e objetos*”, este não é abordado nos manuais escolares nem é proposta qualquer atividade para o seu uso na sala de aula. Antes de avançar para as atividades diretamente relacionadas com microrganismos (de A1 a C) é fundamental que se faça uma primeira abordagem a este instrumento, de modo a que os alunos o possam manipular durante as atividades e entendam o seu modo de funcionamento, retirando, assim, o máximo partido das duas

¹⁵⁴ Dado envolverem a manipulação de microrganismos.

potencialidades. Desta forma, o que se pretende com a atividade é que os alunos se familiarizem com o microscópio, conheçam algumas partes constituintes (e saibam para que servem) para que nas atividades seguintes o possam usar de uma forma mais proveitosa. Foram abordados aspetos como: os cuidados a ter com o microscópio; a focagem; o poder de ampliação e cálculo da ampliação observada. Como objetos a observar usaram-se: o cabelo (dos próprios alunos); a epiderme da casca da cebola e a asa de uma mosca.

c) Metodologia da exploração

Inicia-se a aula apresentando um microscópio e questionando os alunos: *sabem que aparelho é este?* Ouvem-se os alunos. Alguns saberão, com certeza, de que aparelho se trata, para outros será desconhecido. Escreve-se a palavra MICROSCÓPIO no quadro e questiona-se se conhecem outras palavras semelhantes. Poderão surgir palavras como *Telescópio*. Centrar na palavra Microscópio e decompô-la em MICRO e SCÓPIO. Questionados sobre a palavra *micro* surgirão associações relacionadas com o tamanho pequeno. Guiam-se os alunos à conclusão de que o microscópio é um aparelho que nos permite observar coisas muito pequenas, mesmos as que não conseguimos ver a olho nu. Questionam-se as crianças: *que outras coisas pequenas vocês conhecem começadas pela palavra micro?* A palavra *micróbios* ou *microrganismos* poderá surgir. Salienta-se o papel importante deste aparelho para a observação e o estudo dos microrganismos.

De seguida, apresentam-se as partes do microscópio e discute-se a função de cada uma delas. Aborda-se também a questão da ampliação do microscópio. Indica-se na ocular e nas objetivas a localização do número correspondente à ampliação que as respetivas lentes permitem fazer dos objetos e discute-se como se faz o cálculo para saber a ampliação final do que observamos (Ocular X Objetiva). Informam-se os alunos que vão observar alguns objetos usando o microscópio. No entanto, para tal, é necessário colocar os objetos numa lâmina de vidro, com uma gota de água e cobri-los com uma lamela. Exemplifica-se este procedimento e distribui-se uma ficha sobre a atividade. Nessa ficha apresentam-se os materiais com que vão trabalhar: microscópio, lâminas e lamelas, corante (lugol).

c.1) Como vão registar

O registo no protocolo inicia-se com a secção (*Observo...*) onde os alunos vão desenhar o que observam relativamente a cada uma das três preparações. Continua com uma secção onde fazem uma legenda simples das partes constituintes de um microscópio e, na parte final, registam o que podem concluir acerca do mesmo.

c.2) O que verificam

O microscópio permite ver os objetos muito mais ampliados, fornecendo uma percepção mais real de pormenores que não conseguimos ver a olho nu.

c.3) O que concluem

O microscópio é um instrumento muito importante pois permite que consigamos ver objetos ou características desses objetos que nunca conseguiríamos ver a olho nu. Isso permite conhecer melhor o que está à nossa volta, incluindo o que não conseguimos ver, como por exemplo alguns micróbios.

6.3.3.4.2 Guião da atividade A1 – Identificação da levedura como ser vivo e constituinte do fermento de padeiro

a) Propósito da atividade

- Identificar a levedura como constituinte do fermento de padeiro;
- Reconhecer a levedura como ser vivo (microrganismo) com atividade biológica própria.

b) Contexto de exploração

O fermento de padeiro não é totalmente desconhecido das crianças. Embora algumas delas já tenham ouvido falar desta substância, como sendo necessária para a produção do pão, desconhecem a sua composição e o efeito na produção desse alimento. Servindo esta atividade para introduzir o tema da existência de micróbios úteis ao Homem, mais desenvolvido na atividade A2 e C, pretende-se, para além de identificar a levedura como o principal constituinte do fermento de padeiro, mostrar que se trata de um ser vivo.

Tendo em conta o tamanho do ser vivo em questão discutem-se as palavras “microscópico”, “microrganismos” e “micróbio”. É importante também situar estes seres no mundo vivo e classificá-los em grupos diferentes dos animais e das plantas, os únicos grupos abordados no 1.º CEB.

Para provar que, de facto, as leveduras são seres vivos, será necessário recorrer ao conhecimento prévio dos alunos relativamente ao seu conceito de ser vivo. Nesta altura, e para ligar o conceito com as variáveis a controlar na atividade, deve ser referenciado que os seres vivos para sobreviverem necessitam de comida, água e temperatura adequadas. Devem também reproduzir-se. Então, se a levedura for mesmo um ser vivo, ela vai “alimentar-se” e reproduzir-se. Além destas características, e tal como acontece com outros seres vivos, as leveduras também respiram, libertando (tal como nós) um gás – o dióxido de carbono.

Será realizada uma atividade experimental em que vamos provar que a levedura é um ser vivo e liberta dióxido de carbono. No final da atividade, as leveduras serão observadas ao microscópio e as crianças serão solicitadas a desenhar o que observaram.

c) Metodologia da exploração

Após diálogo com os alunos da turma sobre o tema, orienta-se as crianças para a realização de uma atividade experimental na tentativa de responder à seguinte questão problema: ***Há vida no fermento de padeiro?***

Inicia-se a sessão questionando as crianças: *já ouviram falar do fermento de padeiro? Sabem o que é?*

Os alunos devem ser ouvidos. Atendido às suas respostas, deve-se tentar perceber qual o conceito que apresentam acerca do fermento de padeiro. Durante a discussão deve ser mostrado o conteúdo de uma saqueta com leveduras liofilizadas, referindo que o que estão a observar é uma levedura chamada *Saccharomyces cerevisiae* e que são organismos tão pequenos que não os conseguimos ver a olho nu.

Mas...se a levedura é assim tão pequena...e não a conseguimos ver a olho nu, que grãos são esses que têm na mão?

Pretende-se fazer a ponte entre o nível de abstração gerado na discussão (falamos de algo microscópico) e o facto de os alunos terem nas mãos grãos constituídos por levedura (visíveis). Tentar orientar os alunos para a resposta: *apesar da levedura ser pequena, como são tantas, juntam-se umas com as outras, formando os grãos que temos à nossa frente*. Seguidamente, dá-se continuidade à sessão, colocando a seguinte questão: *As leveduras são animais ou plantas? Ou nem uma coisa nem outra?*

Poderá ser referida a palavra "micróbio". Nesta altura, reforça-se a ideia de que para além dos animais e das plantas existem outros grupos de seres vivos. Num desses grupos estão incluídas as leveduras.

Como podemos provar que a levedura é um ser vivo?

Esta é a questão principal desta atividade. Para isso será necessário recorrer ao conhecimento prévio dos alunos relativamente ao seu conceito de ser vivo. Se a levedura for mesmo um ser vivo, ela vai "alimentar-se" e reproduzir-se.

Além de comer e reproduzir-se, que mais os seres vivos fazem?

Simular o movimento de inspiração/expiração e esperar que os alunos respondam. Salientar que uma outra característica dos seres vivos é libertar um gás - dióxido de

carbono – quando respiram. Tal como outros seres vivos, as leveduras também libertam dióxido de carbono¹⁵⁵.

Como posso verificar se a levedura que tenho aqui liberta dióxido de carbono?

Dá-se início à atividade experimental.

Mostrar os materiais e o protocolo da atividade e sugerir que os alunos a iniciem, seguindo os passos do protocolo, fazendo as observações, os registos e as reflexões sugeridas no mesmo.

Referir que se queremos provar que a levedura é um ser vivo e liberta dióxido de carbono, então temos de lhe fornecer alimento (açúcar), água e temperatura.

Vão ser usados dois frascos nos quais se vai colocar um balão de borracha. Num dos frascos (frasco A) colocar-se-á água, açúcar e levedura, num outro (frasco B) apenas água e açúcar, que será o frasco “controlo”. Nesta altura discute-se a pertinência de usarmos um frasco “controlo” nesta experiência. Ao usarmos dois frascos de vidro, um deles contendo levedura e o outro não (controlo) e mantendo as outras variáveis, a variável “levedura” vai ser a única a variar nos dois frascos. Este facto irá permitir atribuir a causa desses resultados observados a essa mesma variável.

No entanto, antes das crianças avançarem com este procedimento, são convidadas a fazerem previsões acerca do que irá acontecer em casa frasco. Após fazerem os seus registos avançam com o procedimento.

Passado algum tempo, irá verificar-se uma alteração no balão do frasco A (vai encher), enquanto que o balão do frasco B vai permanecer inalterado.

De seguida, as crianças vão observar as leveduras, os organismos responsáveis pela ocorrência do fenómeno que acabaram de presenciar. Será o primeiro momento em que observarão um microrganismo ao microscópio.

Qual será o aspeto das leveduras?

Depois do registo das observações decorrentes da atividade, as crianças vão observar ao microscópio uma gota do frasco A, constatando a presença de leveduras e atribuindo, assim, a causa da alteração do balão à levedura que observam.

c.1) Como vão registar

Inicialmente as crianças registarão no protocolo as suas previsões relativamente ao que irá acontecer aos balões dos dois frascos.

¹⁵⁵ É importante referir que apesar de nesta atividade ocorrer o processo de fermentação por parte das leveduras, este não é um conceito a ser trabalhado.

A experiência é executada adicionando água (previamente aquecida), açúcar e levedura no frasco A e apenas água e açúcar no frasco B. A cada 5 minutos, num intervalo de 30 minutos, as crianças registam as suas observações numa tabela sob a forma de desenho. Os registos das observações realizadas durante os 30 minutos, são confrontados com as opiniões expressas anteriormente. Após esse confronto, no final da experiência, os alunos são convidados a observar ao microscópio o conteúdo do frasco A. Aqui contactam visualmente com o micróbio responsável pelo fenómeno (levedura). Constatam que, de facto, o frasco A por ter levedura e por ela ser um ser vivo com atividade biológica, produziu CO₂, o que fez com que o balão enchesse de gás.

c.2) O que verificam

As crianças reconhecem que no frasco A (frasco que continha a levedura) o balão “encheu”, enquanto que no frasco B (sem levedura) o balão se manteve inalterado.

c.3) O que concluem

As leveduras produzem um gás (CO₂). Esse gás ao ser produzido sai do frasco em direção ao balão, enchendo-o. No frasco em que não foi adicionada levedura, não houve a produção de gás, pelo que o balão permaneceu inalterado durante a experiência. As leveduras são, assim, seres microscópicos que só se conseguem ver com o auxílio do microscópio e são seres vivos pois apresentam atividade biológica (libertam CO₂, tal como nós, os outros animais e as plantas).

A resposta à questão problema poderá ser: *O fermento de padeiro é constituído por seres vivos microscópicos (microrganismos) chamados leveduras.*

d) Conexões da Atividade A1 com áreas curriculares do Programa do 1.º CEB

A Matemática

- Fazer medições (tempo), usando a unidade de medida: minuto
- Fazer medições (comprimento), usando a unidade de medida: milímetro.

A Língua Portuguesa

- Comunicação oral;
- Participação nas discussões realizadas em pequeno e grande grupo;
- Comunicação escrita.

A Expressão Plástica
- Registrar resultados de observações sob a forma de desenho.

e) Notas adicionais:

Instruções de segurança

As crianças não devem colocar nada na boca enquanto estiverem a trabalhar com as leveduras e devem lavar as mãos com água e sabão antes e depois de terem realizado a atividade. Os professores devem saber, à partida, se alguma criança é alérgica ao fermento de padeiro.

Eliminação de material

O líquido constante nos tubos A e B é inofensivo. Deve, no entanto, ser despejado numa pia da sala de aula ou do laboratório, diluído em água. Os frascos devem ser lavados com água quente e detergente da louça.

6.3.3.4.3 Guião da atividade A2 - A levedura como microrganismo usado na produção do pão

a) Propósito da atividade

- Identificar a levedura como microrganismo usado na produção de alimentos (ex.: pão);
- Reconhecer a levedura como um microrganismo benéfico para o Homem.

b) Contexto de exploração

Depois da atividade A1, em que os alunos identificaram as leveduras como microrganismos constituintes do fermento de padeiro e com capacidade de produção de CO₂, pretende-se com esta atividade simular uma situação em que se verifica o contributo da levedura na produção do pão. Partindo de situações familiares à criança, que provavelmente já viu ou ouviu falar de como se faz o pão, explora-se a listagem dos constituintes necessários ao processo de fabrico e a pertinência da presença da levedura (fermento de padeiro) nos constituintes do pão. Partindo dos conhecimentos da atividade anterior, pretende-se que as crianças entendam que a produção de CO₂ por parte das leveduras durante o processo de produção do pão é importante no que diz respeito à textura da massa. Assim, por um lado, explica-se a ação das leveduras no processo de produção do pão (ação direta na massa) e, por outro, mostra-se que as leveduras são microrganismos úteis ao Homem, pois ajudam na produção de alimentos (o pão será um exemplo).

Salienta-se, assim, o aspeto benéfico das leveduras (micróbios) para o Homem e a constatação que a levedura é um micróbio que o Homem usa para fazer o pão, alimento que faz parte da sua alimentação diária.

c) Metodologia da exploração

Após diálogo com os alunos da turma acerca da produção do pão e fazendo a ponte com os resultados obtidos na atividade anterior (A1), orientam-se as crianças para a realização da atividade experimental na tentativa de responder à seguinte questão problema: **Os micróbios podem fazer pão?!?**

Inicia-se a sessão questionando as crianças: *já alguma vez viram fazer pão? Sabem como se faz?*

Deve ouvir-se os alunos relatarem as suas experiências. É muito provável que alguns já tenham visto familiares ou outras pessoas a fazer pão. De seguida, identificam-se os ingredientes utilizados para a produção do pão, nomeadamente, a farinha, a água, o sal e o fermento de padeiro, listando-os no quadro.

Partindo do conhecimento já adquirido acerca da constituição do fermento de padeiro e à atividade das leveduras (atividade A1), questionam-se os alunos: *Sabem para que serve o fermento de padeiro? O que é que ele faz à massa do pão?*

Após os alunos terem realizado a atividade A1 vão associar o fermento de padeiro à produção de CO₂, no entanto, à primeira vista, poderão não encontrar uma relação entre esse aspeto característico das leveduras e a produção de pão. Pegando no raciocínio que ficou da atividade anterior, orienta-se os alunos a dizer que as leveduras do fermento de padeiro vão produzir CO₂ e, essa pode ser a razão principal pela qual adicionamos as leveduras à massa do pão. Entretanto, passa-se pelos grupos algumas amostras de pão fresco. Solicita-se que observem atentamente a textura do pão e relacionem essa mesma textura com a da massa da qual ela resultou, para além do fenómeno que estará por trás do aparecimento da textura observada (cavidades com ar).

Para tentar entender o papel das leveduras na modificação da textura da massa do pão solicita-se que se inicie a atividade experimental, fazendo as observações, os registos e as reflexões sugeridas no protocolo.

Durante a atividade experimental os alunos vão simular a produção de pão, usando levedura liofilizada e outros ingredientes principais do pão. Ao longo da atividade, vão realizar-se várias medições no crescimento da massa, previamente preparada pelos alunos, em função do tempo. Esses registos, em tabela, são depois transpostos para o formato de gráfico, com a ajuda do professor, e estimulando-se os alunos a interpretá-lo. Ao longo da última parte do protocolo serão levantadas questões relacionadas com a

causa do aumento do tamanho da massa. Este aspeto (CO_2 produzido), tendo sido já referenciado e estudado na atividade A1, vai ajudar, agora, na interpretação deste resultado, levando os alunos a associar que o aumento da massa se deve à produção do dióxido de carbono pelas leveduras.

c.1) Como vão registar

Vai ser usado um frasco de vidro onde se colocará um cilindro de massa, previamente preparada, utilizando água morna, farinha e fermento de padeiro. As crianças são convidadas a registar as suas previsões acerca do que vai acontecer no frasco durante 30 minutos.

As crianças executam a experiência, adicionando, num prato fundo, água, farinha e fermento de padeiro. Amassam a mistura e dão uma forma cilíndrica à massa, colocando-a no fundo do frasco. Pretende-se que, de 5 em 5 minutos, num período de 30 minutos, façam medições (usando uma régua graduada para medir a altura da massa e um cronómetro para medir o tempo) das alterações da altura da massa dentro do frasco. Essas medições são registadas numa tabela.

Após os registos das observações durante os 30 minutos, os alunos deverão confrontar os resultados com as opiniões expressas anteriormente. Após esse confronto, são convidados a transferir os resultados desta tabela para um gráfico.

c.2) O que verificam

Pela análise da tabela e do gráfico vão verificar que, ao longo do tempo, a coluna de massa vai crescendo.

c.3) O que concluem

As leveduras que estão na massa encontram-se em atividade e produzem CO_2 . Esse gás, preso na massa, vai formar bolhas de ar que fazem a massa “crescer”. Ao longo do tempo, a quantidade de bolhas de ar aumenta, implicando um contínuo aumento da altura da massa dentro do frasco.

Este fenómeno é muito importante na produção do pão, pois garante que a massa que vai ao forno fique com a textura (fofa) que conhecemos.

Podemos então dizer que as leveduras são microrganismos que ajudam a fazer o pão, sendo bastante úteis para o Homem.

d) Conexões da Atividade A2 com áreas curriculares do Programa do 1.º CEB

A Matemática

- Fazer medições (tempo), usando a unidade de medida: minutos;
- Manipular instrumentos de medida: cronómetro;
- Fazer medições (comprimento), usando a unidade de medida: milímetros;
- Manipular instrumentos de medida: régua graduada.
- Organizar dados em tabelas;
- Ler e interpretar tabelas;
- Transferir dados de tabelas para gráficos;
- Ler e interpretar gráficos.

A Língua Portuguesa

- Comunicação oral;
- Participação nas discussões realizadas em pequeno e grande grupo;
- Comunicação escrita.

A Expressão Plástica

- Registar resultados de observações sob a forma de desenho.

e) Notas adicionais:

Instruções de segurança

As crianças não devem colocar nada na boca enquanto estiverem a trabalhar com as leveduras e devem lavar as mãos com água e sabão antes e depois de terem realizado a atividade. Os professores devem saber, à partida, se alguma criança é alérgica ao fermento de padeiro.

Eliminação de material

Os materiais resultantes da mistura realizada são inofensivos. Deve, no entanto, ser despejado numa pia da sala de aula ou do laboratório, diluído em água. Os materiais usados devem ser lavados com água quente e detergente da louça.

6.3.3.4.4 Guião da atividade B1 - Constatação da presença de microrganismos na boca e a eficácia da higiene oral no controlo desses microrganismos

a) Propósito da atividade

- Identificar a presença de microrganismos na boca (bactérias da placa dentária);

- Reconhecer a importância de lavar os dentes após as refeições.

b) Contexto de exploração

Com esta atividade pretende-se demonstrar que existem microrganismos na nossa boca, através da observação das bactérias da placa dentária.

Abordando a problemática das cáries dentárias, salienta-se o facto de que diariamente ficam depositados nos dentes restos de comida, e que existem bactérias que vivem nos nossos dentes e gengivas que se aproveitam desses restos de comida para se multiplicarem, produzindo, conseqüentemente, alguns ácidos que podem danificar os dentes. Através da adoção de uma correta higiene oral pode evitar-se o desenvolvimento anormal desses microrganismos e promover a nossa saúde oral.

Para observar as bactérias da placa dentária serão elaboradas preparações extemporâneas, usando uma amostra de placa dentária retirada dos dentes das crianças. Estas serão fixadas, coradas e observadas ao microscópio. Na tentativa de demonstrar o efeito da lavagem dos dentes e que as bactérias da placa dentária são, de facto, seres vivos, procede-se à contaminação de placas de petri com meio de cultura, usando uma amostra da placa dentária antes e após a escovagem dos dentes com um dentífrico. As culturas vão a incubar para serem observadas as colónias resultantes passados dois dias.

c) Metodologia da exploração

Após diálogo com os alunos da turma sobre o tema, orienta-se as crianças para a realização de uma atividade experimental na tentativa de responder às seguintes questões problema:

Questão problema 1: ***Os teus dentes têm micróbios?!?!***

Questão problema 2: ***Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?***

Inicia-se a sessão com a questão: *já ouviram falar de cáries dentárias? O que as provoca?*

Deve ouvir-se os alunos relativamente ao tema. Relativamente ao que provoca as cáries, poderão surgir várias causas não relacionadas com as bactérias responsáveis pelo fenómeno, por exemplo: “doços”, “chocolates”, alguns tipos de alimentos ricos em açúcar, cujo contacto com os dentes poderá levar ao aparecimento das cáries. Aqui introduz-se o conceito de placa dentária, salientando que se trata de uma massa constituída por restos de comida que se pode acumular à volta dos dentes e gengivas se não os lavarmos.

Acham que podemos observar microrganismos nos nossos dentes?

Alguns alunos poderão apresentar dúvidas em relação à presença/ausência de micróbios na boca. Não dando a certeza da resposta, o professor anuncia o microscópio como um instrumento imprescindível para observar micróbios, caso eles lá estejam. Deve também

ênfatizar-se que para observar micr3brios 3 necess3rio usar-se um corante, dado que a maioria dos micr3brios na natureza n3o t3m uma cor que permita distingui-los ao microsc3pio.

Passa-se 3 observa33o das bact3rias da placa dent3ria atrav3s do procedimento do protocolo experimental fornecido aos alunos. O desenvolvimento deste protocolo leva-os a visualizarem a presen3a de bact3rias nos dentes. Comprova-se, assim, que na nossa boca existem micr3brios. As bact3rias observadas s3o um exemplo desses micr3brios.

Explica-se que a placa dent3ria para al3m de ser uma mistura de restos de alimentos, que ingerimos todos os dias, integra, tamb3m, bact3rias que est3o normalmente presentes na nossa boca.

A presen3a de microrganismos na boca 3 influenciada pela lavagem dos dentes?

Ap3s a constata33o da presen3a de micr3brios (bact3rias) na boca, pretende-se de seguida demonstrar a efic3cia da lavagem dos dentes. Aproveitando o facto das bact3rias da placa dent3ria serem seres vivos e, conseqüentemente, poderem multiplicar-se em col3nias com um grande n3mero de indiv3duos, procede-se, ent3o, ao cultivo da amostra da placa dent3ria, em meio de cultura, em placa de petri. A contamina33o ser3 feita partindo da recolha de placa dent3ria, usando um palito antes e um palito depois da lavagem dos dentes com um dent3frico.

Passados cerca de 2 dias, as placas voltam a ser observadas e discutem-se os resultados. Realiza-se uma observa33o macrosc3pica (col3nias) e microsc3pica das bact3rias retiradas das col3nias que, entretanto, se desenvolveram. Por um lado, desta forma, prova-se a efic3cia da lavagem dos dentes, comparando as placas¹⁵⁶ “*Antes de lavar os dentes*” e “*Depois de lavar os dentes*” e, por outro, demonstra-se que as bact3rias s3o seres vivos.

Qual ser3 o efeito das bact3rias da tua boca nos dentes se tu n3o os lavares?

Nesta discuss3o deve salientar-se que os microrganismos da placa dent3ria s3o micr3brios habituais da nossa boca – flora normal – que, apesar de contribuírem para a forma33o de c3ries, n3o s3o, normalmente, agentes infecciosos. Referir tamb3m que em outros locais do nosso corpo (ex.: intestinos) existem outros micr3brios que n3o provocam doen3as mas sim ajudam o nosso organismo a desempenhar corretamente algumas das suas fun33es.

No entanto, quando na presen3a de excesso de alimento (dentes sujos) multiplicam-se de forma anormal e acabam por produzir 3cidos que podem danificar os dentes e produzir

¹⁵⁶ Este procedimento vai ajudar 3 compreens3o da atividade B2 (contamina33o de placas de cultura com m3os lavadas/sujas). Os alunos ficar3o, desde j3, familiarizados com a t3cnica de contagem de col3nias e observa33o ao microsc3pio.

cáries. Mostrar-se-á uma sequência de imagens explicativa da ação dos ácidos produzidos em excesso pelas bactérias presentes nos dentes. Deverá salientar-se que essa produção de ácidos será tanto maior quanto maior a quantidade de alimento a que essas bactérias tiverem acesso. Todos os alimentos com uma elevada taxa de hidratos de carbono são os que mais facilmente podem gerar ácidos que danificam o esmalte dos dentes. A higiene oral diária é uma medida preventiva que evita que esses alimentos estejam em contacto com os dentes e permita que as bactérias produzam ácidos cujo efeito, a médio e longo prazo, será o aparecimento de cáries dentárias.

Salienta-se, então, dois fatores que são imprescindíveis para o combate ao aparecimento das cáries dentárias: evitar o consumo de alimentos com excesso de açúcar e cumprir as regras de higiene oral diária, lavando sempre os dentes após as refeições.

c.1) Como registam

Com a ajuda de um palito, retira-se uma porção de placa bacteriana de entre os dentes de um aluno e coloca-se numa lâmina para observação. Apoiar as crianças para que preencham as suas previsões acerca do que será observado na lâmina ao microscópio.

Seguidamente, as crianças observam as preparações fixadas e coradas pelo professor e desenham o que observam. Após o confronto entre o que foi observado e os registos das opiniões expressas anteriormente, procede-se à contaminação de meio de cultura com amostras de placa bacteriana. Serão tidas em conta duas situações, nomeadamente, a contaminação “antes de lavar os dentes” e “após lavar os dentes”. Procede-se à contaminação do meio de cultura e coloca-se a incubar. Passados dois dias, observam-se as placas e fazem-se os registos das observações. As observações indicarão o número de colónias constantes em cada placa e a comparação desse mesmo número.

c.2) O que verificam

Ao observar ao microscópio as lâminas com as preparações da placa bacteriana irá verificar-se a presença de bactérias. Confirma-se, assim, que a placa dentária, para além de ter restos de comida na sua composição, apresenta também bactérias misturadas nesses restos de comida.

Analisando as placas de petri cultivadas irá constatar-se que a placa contaminada “*antes da lavagem dos dentes*” está mais contaminada (com maior número de colónias de bactérias) do que a placa “*depois de lavar os dentes*”.

A resposta à questão problema 1 poderá ser: *Existem microrganismos nas nossas bocas. As bactérias são um exemplo.*

A resposta à questão problema 2 poderá ser: *Devemos lavar os dentes depois das refeições para evitar que as bactérias que aí vivem usem os restos de comida para produzir substâncias que provoquem danos nos dentes (como por exemplo cáries dentárias).*

c.3) O que concluem

Existem bactérias na nossa boca que se multiplicam, aproveitando-se dos restos de comida com os quais formam a placa bacteriana. Se não lavarmos regularmente os dentes, após as refeições, a placa bacteriana desenvolve-se, podendo causar problemas nos dentes e gengivas. As cáries são um exemplo. Lavando os dentes pode controlar-se o crescimento desses microrganismos e manter uma boca saudável.

d) Conexões da Atividade B1 com áreas curriculares do Programa do 1.º CEB

A Matemática

- Fazer medições (tempo), usando a unidade de medida: segundos;
- Manipular instrumentos de medida: cronómetro;
- Contar colónias de microrganismos nas placas de petri e comparar as contagens entre duas placas.

A Língua Portuguesa

- Comunicação oral;
- Participação nas discussões realizadas em pequeno e grande grupo;
- Comunicação escrita.

A Expressão Plástica

- Registrar resultados das observações das bactérias da placa dentária sob a forma de desenho;
- Registrar resultados das observações da leitura das placas de petri com as colónias de microrganismos, sob a forma de desenho.

e) Notas adicionais

Instruções de segurança

As crianças não devem colocar nada na boca enquanto estiverem a trabalhar com as bactérias. Devem lavar as mãos com água e sabão antes e depois de terem realizado a atividades.

Eliminação de material

Os palitos usados devem ser colocados no contentor do lixo (resíduos indiferenciados). As lâminas usadas devem ser depositadas num recipiente com água e detergente da louça, para futura reutilização.

As colónias existentes nas placas de petri podem ser potencialmente perigosas. As placas devem ser manuseadas com cuidado, evitando o contacto direto com o seu interior e, após a atividade, devem ser recolhidas e eliminadas.

6.3.3.4.5 Guião da atividade B2 – Constatação da presença de microrganismos nas mãos e a eficácia da lavagem das mãos no controlo desses microrganismos.

a) Propósito da atividade

- Identificar a presença de microrganismos nas mãos;
- Reconhecer a importância de lavar as mãos antes das refeições.

b) Contexto de exploração

Com esta atividade pretende-se demonstrar que existem microrganismos nas nossas mãos. Dando acrescida importância ao ato de lavar as mãos antes das refeições, exatamente devido ao facto de as mãos serem uma das partes do corpo que está mais exposta ao contacto com tudo o que nos rodeia, torna-se pertinente a realização desta atividade. No nosso dia a dia tocamos com as mãos em muitos objetos com microrganismos inofensivos, mas também outros que podem provocar doenças se entrarem no nosso organismo, em número suficiente. Outro aspeto está relacionado com o facto de, à vista desarmada, as diferenças entre uma mão lavada e uma mão não lavada poderem ser nulas ou quase nulas. Com esta atividade pretende-se mostrar as diferenças entre as duas situações, através da contaminação em placa com meio de cultura, usando uma mão por lavar e outra lavada. O contacto que as crianças tiveram com a atividade anterior (B1), relativamente aos meios de cultura, contaminação em placas e análise dos resultados da observação de placas contaminadas ajudarão a compreender melhor esta atividade.

c) Metodologia da exploração

Após diálogo com os alunos da turma acerca do tema, as crianças são orientadas para a realização de uma atividade experimental na tentativa de responder à seguinte questão problema: ***Porque devemos lavar as mãos antes das refeições?***

Inicia-se a sessão colocando a questão: *será que existem micróbios nas vossas mãos?* Certamente que a maioria das crianças irá dizer que sim. Mas, a questão central prende-se em saber como podemos mostrar que existem micróbios nas mãos? Partindo da experiência da atividade anterior, os alunos estão já familiarizados com as placas de petri e o meio de cultura. A discussão deve ser, então, orientada no sentido de lhes mostrar que se podem usar as placas com meio de cultura para provar a existência de microrganismos. Para isso, basta que toquem com as mãos num meio de cultura para observar, mais tarde, se os micróbios vão crescer e multiplicar-se ou não. No seguimento da discussão explora-se uma outra questão:

Será que há mais micróbios numa mão por lavar ou numa mão lavada?

Os alunos certamente vão responder a primeira opção. No entanto, tendo em conta que aparentemente ao olho humano ambas as mãos (por lavar e lavadas) não se distinguem, pretende-se provar esse facto experimentalmente. São, então, contaminadas duas placas em cada grupo de trabalho. Uma das placas é contaminada com uma mão por lavar. A outra placa será contaminada com uma mão depois de bem lavada com água e sabão e secada com uma toalha de papel.

Os alunos executam a experiência. Após a contaminação, as placas são fechadas e identificadas, ficando em repouso num local quente (ex.: parapeito da janela da sala de aula). Passados dois dias, os alunos farão observações das placas contaminadas (A e B) que registarão no seu protocolo.

Durante a observação das placas A e B irá verificar-se que a placa A apresenta uma quantidade de colónias de bactérias superior em relação à placa B. Isso levará a inferir que a placa A está mais contaminada. Portanto, a mão que a contaminou tinha mais micróbios do que a mão que contaminou a placa B, que, por sua vez, apresenta um número mais reduzido de micróbios.

Após a análise deste resultado é feita uma reflexão acerca da importância da lavagem das mãos antes das refeições.

c.1) Como registam

Antes da contaminação das placas com “*antes de lavar as mãos*” e “*depois de lavar as mãos*” as crianças são convidadas a fazer as suas previsões acerca do que irá acontecer às placas.

As crianças executam a experiência tocando com uma mão por lavar no meio de cultura da placa “*antes de lavar as mãos*”, fechando a placa de imediato, e tocando com uma mão lavada no meio de cultura da placa “*depois de lavar as mãos*”, fechando igualmente a placa. O fecho das placas deve ocorrer de imediato logo após a contaminação com as

mãos, para garantir que não ocorram, entretanto, outras contaminações (ex.: com bactérias e fungos do ar). Devem, de seguida, identificar as placas.

Após os registos realizados, as crianças são confrontadas com as opiniões expressas antes da contaminação.

c.2) O que verificam

As crianças ao analisarem as duas placas vão observar que a placa “antes de lavar as mãos” apresenta mais colónias de bactérias do que a placa “depois de lavar as mãos”.

A resposta à questão problema poderá ser: *todos nós temos microrganismos nas nossas mãos. No entanto, se as lavarmos com água e sabão elas passam a ter menos microrganismos. Por isso, devemos lavar as mãos antes das refeições.*

c.3) O que concluem

Os microrganismos estão presentes nas nossas mãos. No entanto, pode controlar-se a sua quantidade lavando as mãos regularmente. Se se fizer antes das refeições, existe menos probabilidade de alguns desses microrganismos entrarem no corpo e provocarem doenças. Por isso, deve lavar-se as mãos antes das refeições.

d) Conexões da Atividade B2 com áreas curriculares do Programa do 1.º CEB

A Matemática

- Fazer medições (tempo), usando a unidade de medida: segundos;
- Manipular instrumentos de medida: cronómetro;
- Contar colónias de microrganismos nas placas de petri e comparar as contagens entre duas placas.

A Língua Portuguesa

- Comunicação oral;
- Participação nas discussões realizadas em pequeno e grande grupo;
- Comunicação escrita.

A Expressão Plástica

- Registar resultados das observações das placas, sob a forma de desenho.

e) Notas adicionais

Instruções de segurança

As crianças não devem colocar nada na boca enquanto estiverem a trabalhar com as bactérias. Devem lavar as mãos com água e sabão antes e depois de terem realizado a atividades.

Eliminação de material

Os palitos usados devem ser colocados no contentor do lixo (resíduos indiferenciados). As lâminas usadas devem ser depositadas num recipiente com água e detergente da louça, para futura reutilização.

6.3.3.4.6 Guião da atividade C – Microrganismos que intervêm no tratamento de águas residuais

a) Propósito da atividade

- Reconhecer que existem microrganismos envolvidos nos processos de tratamento de águas residuais;
- Identificar alguns dos microrganismos envolvidos nos processos de tratamento de águas residuais.

b) Contexto de exploração

Com esta atividade pretende-se demonstrar que existem microrganismos que estão envolvidos no processo de tratamento de águas residuais (mais especificamente na sua fase biológica). Os processos de tratamento das águas residuais nas ETAR são complexos e subdividem-se em várias etapas. Algumas delas envolvem uma fase de tratamento biológico, em que estão envolvidos uma série de microrganismos que desempenham um papel importante, permitindo devolver à Natureza as águas tratadas com uma carga poluente reduzida, não prejudicando desta forma o meio hídrico onde é descarregada.

Existem vários microrganismos que estão envolvidos na fase biológica do tratamento.

Com esta atividade os alunos observam várias espécies de protozoários do tanque de arejamento de uma ETAR e tentam identificá-los ao microscópio, através de uma tabela simplificada fornecida com o protocolo experimental.

Para além da observação e identificação dos protozoários faz-se, inicialmente, uma síntese das várias fases do processo de tratamento, usando uma sequência de imagens, ao mesmo tempo que se promove a discussão com os alunos.

Tal como a atividade A2, esta atividade evidencia a conotação positiva dos microrganismos, desta vez relacionada com o ambiente.

c) Metodologia de exploração

Após diálogo acerca do tema, as crianças são orientadas para a realização de uma atividade experimental relacionada com a observação de microrganismos de uma amostra de água de um tanque de arejamento de uma ETAR.

Inicia-se a sessão com a questão: *sabem o que é uma ETAR?* Deve-se ouvir primeiramente as crianças e, de seguida, deve-se explicar o que são ETAR, mostrando, em simultâneo, imagens exemplificativas e, muito resumidamente, as fases do tratamento das águas residuais (esgotos) que são produzidas diariamente em casa e na escola. Nessa explicação deve dar-se ênfase à fase de tratamento biológico.

Coloca-se outra questão: *será que há micróbios que limpam as águas dos esgotos?* Aquando da discussão acerca do tratamento biológico, certamente que as crianças poderão achar estranha esta questão, uma vez que elas atribuem exatamente aos micróbios a poluição da água. Aqui a discussão deverá ser conduzida no sentido positivo da questão. Deve ser explicado que no tratamento da água residual nas ETAR existem fases em que certos micróbios ajudam a despoluir a água. Esses micróbios ingerem resíduos e eliminam outros micróbios que podem prejudicar o ambiente quando se encontram em excesso.

Devem ser discutidas as consequências para o meio ambiente se as águas residuais não passassem pelas ETAR, realçando o papel dos microrganismos no processo de tratamento.

Discutido este assunto, explica-se que vão observar alguns desses microrganismos retirados de um dos tanques de uma ETAR (o tanque de arejamento) e passa-se à execução do protocolo. Como problema do protocolo surge a questão-problema: ***como são os micróbios que limpam as águas dos esgotos?***

Durante a execução desta atividade, as crianças vão observar protozoários vivos e poderão constatar que estes são exemplos de micróbios que apresentam movimento e que são predadores de outros micróbios, ajudando, assim, a equilibrar a população de micróbios das águas residuais quando estas são devolvidas à natureza. Os alunos são convidados a observar, a desenhar e a identificar os protozoários.

No final da atividade deve ser salientada e discutida com os alunos da turma o facto destes micróbios serem benéficos para o ambiente, pois ajudam a despoluir as águas dos esgotos.

c.1) Como registam

As crianças observarão ao microscópio preparações extemporâneas da amostra trazida para a sala de aula. Além de desenharem o que observam, tentam identificar os protozoários, utilizando a tabela simples de identificação anexo ao protocolo.

c.2) O que verificam

Ao microscópio observa-se uma grande variedade de microrganismos (protozoários) bastante ativos, com movimento, a deslocarem-se, ingerindo partículas que se encontram à sua volta. A resposta à questão problema poderá ser: *existem microrganismos chamados protozoários que vivem nos tanques das ETAR e que ajudam no tratamento das águas residuais. Alguns deles apresentam movimento e são bastante ativos.*

c.3) O que concluem

Nas ETAR, existe uma fase de tratamento das águas residuais em que estão envolvidos microrganismos. A ação desses microrganismos é muito importante para que essas águas fiquem despoluídas. Desta forma, podemos dizer que existem na Natureza micróbios que ajudam o Homem no combate à poluição e na preservação do ambiente.

d) Conexões da Atividade C com áreas curriculares do Programa do 1.º CEB

A Matemática

- Discussão do tamanho da ampliação das imagens dos protozoários observados ao microscópio, dada pela multiplicação entre o valor da ocular e da objetiva.

A Língua Portuguesa

- Comunicação oral;
- Participação nas discussões realizadas em pequeno e grande grupo;
- Comunicação escrita.

A Educação Plástica

- Registo das observações dos protozoários no protocolo, sob a forma de desenho.

e) Notas adicionais

Instruções de segurança

As crianças não devem colocar nada na boca enquanto estiverem a manipular o microscópio e a manusear as lâminas com as amostras de água das ETAR.

As crianças devem lavar as mãos com água e sabão antes e depois de terem realizado a atividade.

Eliminação de material

As lâminas usadas na observação e o recipiente usado para trazer a água da ETAR devem ser lavados com detergente da louça. A água sobrando da amostra da ETAR deve ser despejada e eliminada através da rede de saneamento.

6.3.4 Construção dos protocolos experimentais

Na construção dos protocolos (ANEXO X) o investigador teve em consideração os objetivos propostos pelas atividades experimentais, a sua ligação dos conteúdos ao programa do 1.º CEB e a interdisciplinaridade de conteúdos, valorizando, sempre que possível, as áreas de estudo do meio, do português e da matemática. O processo de construção obedeceu ainda a três aspetos principais que se pretendiam valorizar: a interdisciplinaridade, a adaptabilidade e a exequibilidade.

1- Interdisciplinaridade

Foi tida em conta, sempre que possível, a ligação entre diferentes áreas curriculares, como o Estudo do Meio, o Português, a Matemática e a Expressão Plástica, promovendo o carácter de transversalidade entre conteúdos.

2- Adaptabilidade

Foi tida em consideração a adequação das atividades ao 4.º ano de escolaridade do 1.º CEB, interligando-as com o programa atual vigente e considerando a potencialidade das atividades para o desenvolvimento de competências científicas básicas e complexas.

3- Exequibilidade

Afastando a ideia de que as atividades na área da microbiologia necessitam de materiais e produtos muito específicos, caros e inacessíveis, ou ainda, técnicas complexas, as atividades foram planificadas utilizando materiais simples e procedimentos acessíveis, permitindo demonstrar que atividades de microbiologia podem ser desenvolvidas numa sala de aula do 1.º CEB.

Os protocolos foram criados integralmente pelo investigador, tendo a professora da turma contribuído¹⁵⁷ para o seu aperfeiçoamento, ao nível da linguagem utilizada.

Contaram ainda com ilustrações originais concebidas por duas ilustradoras¹⁵⁸.

Os protocolos experimentais são constituídos por três secções principais:

a) *Antes da experiência* - apresenta-se o material necessário para a execução da atividade e inclui um espaço onde se convidam os alunos a fazer previsões acerca do que acham que irá acontecer relativamente à questão-problema proposta;

b) *Experiência* – apresentam-se os passos a seguir para a execução das atividades e as áreas destinadas à realização de registos, por parte dos alunos, a partir das suas observações;

c) *Após a experiência* – apresenta-se um espaço para os alunos descreverem o que verificaram e/ou concluíram com a atividade, e um espaço onde respondem à questão-problema colocada no início do protocolo.

6.3.4.1 Protocolo da Atividade A0

O protocolo A0 (Figura 14 e 15) inicia-se com um espaço onde os alunos são convidados a desenhar e a legendar o que observam ao microscópio. Na segunda página surge um desenho de um microscópio para fazerem a legenda simples das suas partes constituintes. E, finalmente, um espaço onde concluem acerca da utilidade do microscópio.

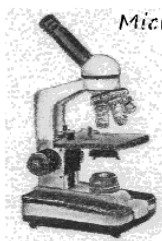
¹⁵⁷ Ocorreram várias reuniões com a professora da turma durante a construção dos protocolos. O objetivo foi introduzir melhorias nos procedimentos e tipos de abordagem ao conteúdo dentro da sala de aula assim como o tipo de apresentação dos próprios protocolos (ao nível da apresentação gráfica, do vocabulário utilizado, etc.).

¹⁵⁸ Elza Mesquita (elza@ipb.pt) e Ana Pereira (ana.pereira@ipb.pt). As ilustrações têm direitos reservados.

Vamos conhecer o microscópio!

Antes da actividade

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:



Microscópio



Conta gotas



Lâminas e lamelas



Corante

Lugol

Estojo com materiais diversos

Desenha no quadro seguinte o que consegues observar

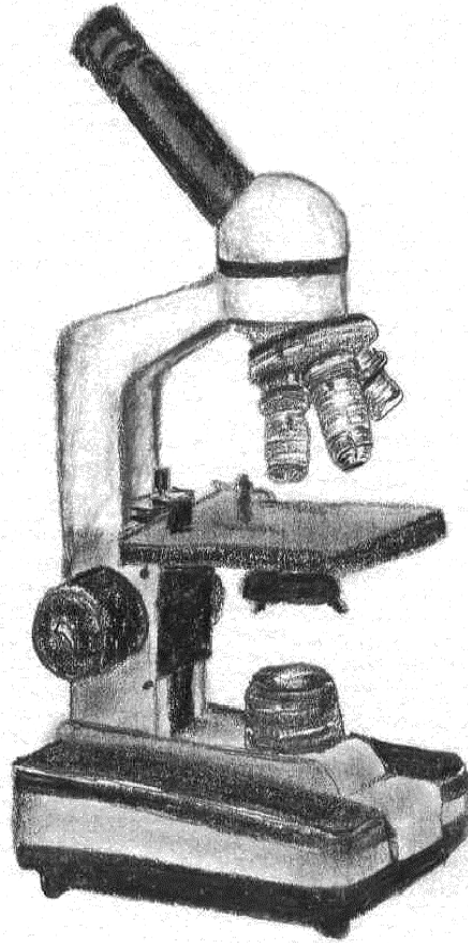


Observo...

≡

Figura 14 – Protocolo A0 (página 1)

Faz a legenda



O que podes concluir acerca do microscópio?

2

Figura 15 – Protocolo A0 (página 2)

6.3.4.2 Protocolo da atividade A1

No ponto 1 listam-se os materiais a usar na atividade e em 2 solicita-se aos alunos para fazerem previsões em relação ao que irá acontecer ao balão quando colocado num frasco com água, açúcar e fermento de padeiro (Figura 16).

Questão-problema:

Há vida no fermento de padeiro?

Antes da experiência

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:



2- Regista no quadro que se segue o que pensas que acontecerá se colocares um balão na boca de um frasco com água, açúcar e fermento de padeiro.

Penso que...

Figura 16 – Página 1 do Protocolo A1

Em 3 lista-se a sequência de procedimentos, envolvendo a manipulação de instrumentos de medida (termómetro, seringa graduada, cronómetro) e várias grandezas (temperatura, comprimento, tempo). Após a execução dos passos que levam à preparação de dois frascos (frasco A, contendo levedura e frasco B - controlo, sem levedura), registam-se os resultados no ponto 4, desenhando o aspeto dos balões, aplicados nos dois frascos, ao longo no tempo (Figura 17).

Experiência

3- Executa o plano:

- a) Põe a aquecer o recipiente com água até atingir a temperatura de cerca de 40°C. (Enquanto a água aquece continua a seguir o plano).
- b) Coloca uma colher de açúcar no frasco A e outra colher de açúcar no frasco Controlo.
- a) Coloca uma colher de fermento de padeiro só no frasco A.
- b) Usa a seringa para colocar 20ml de água morna em cada um dos frascos A e Controlo.
- a) Agita bem os frascos durante alguns segundos de modo a misturar o seu conteúdo.
- b) Coloca um balão na boca de cada um dos frascos e prende-os com fita adesiva.
- c) Coloca os frascos na iogurteira durante 30 minutos.
- d) Vai registando as tuas observações no quadro seguinte, cada 5 minutos. (usa o cronómetro para controlar o tempo)



4- Desenha no quadro as observações que fizeste ao longo do tempo:

Frasco A Observamos...						
0 minutos	5 minutos	10 minutos	15 minutos	20 minutos	25 minutos	30 minutos
Frasco Controlo Observamos...						
0 minutos	5 minutos	10 minutos	15 minutos	20 minutos	25 minutos	30 minutos

Figura 17 – Página 2 do Protocolo A1

No ponto 5, os alunos desenham o que observam ao microscópio, numa preparação com uma gota retirada do frasco A (que contém leveduras) (Figura 18).



5- Observação ao microscópio:

Com a ajuda do professor recolhe para uma lâmina uma gota do frasco A. Observa-a ao microscópio e desenha no quadro seguinte:

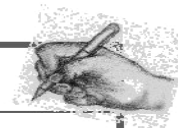
<i>Gota do frasco A (observamos...)</i>

Figura 18 – Página 3 do Protocolo A1a

Na secção “*Após a experiência*” registam-se dois aspetos principais observados: a produção de CO₂ por parte das leveduras (balão do frasco A), evidenciando serem seres vivos e, por outro lado, o seu aspeto real quando vistas ao microscópio. Na última parte, os alunos registam a resposta à questão-problema colocada inicialmente (Figura 19).

Após a experiência

<i>Verificámos que...</i>



<i>Com o apoio do professor escreve a resposta à questão problema: Há vida no fermento de padreiro?</i>

Figura 19 – Página 3 do Protocolo A1b

6.3.4.3 Protocolo da atividade A2

No ponto 1 apresenta-se a listagem dos materiais usados na atividade. No ponto 2 os alunos registam as suas previsões em relação ao que irá acontecer com a realização do procedimento (Figura 20).

No ponto 3 listam-se os passos do procedimento que os alunos devem seguir para realizar a atividade, durante a qual são convidados a fazer medições, usando instrumentos de medida (tempo - cronómetro; comprimento – régua). A medição a realizar está relacionada com o “crescimento” da massa dentro dos frascos de vidro, após esta ter sido produzida misturando farinha, fermento de padeiro, água e açúcar. No ponto 4, registam-se os resultados ao longo do tempo. De 5 em 5 minutos, dos 0 aos 30 minutos, os alunos registam, em milímetros, o crescimento da massa (Figura 21).

Questão-problema:
Os micróbios podem fazer pão?

Antes da experiência

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:



2- Regista no quadro que se segue o que pensas que acontecerá se colocares num frasco de vidro uma mistura de água morna, farinha, açúcar e fermento de padeiro.

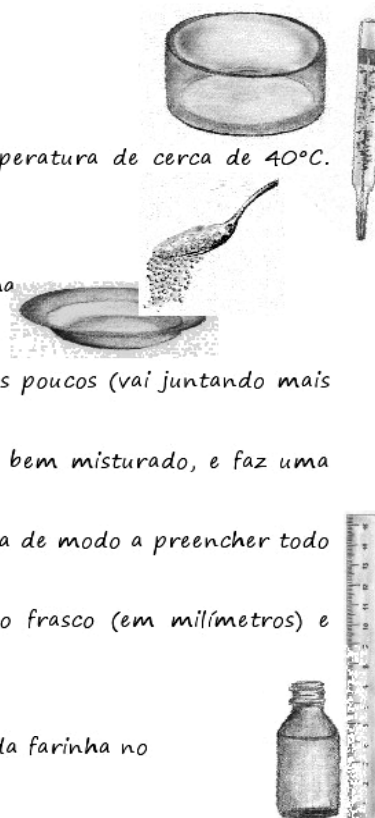
Penso que...

Figura 20 – Página1 do Protocolo A2

Experiência

3- Executa o plano:

- Põe a aquecer o recipiente com água até atingir a temperatura de cerca de 40°C. (Enquanto a água aquece continua a seguir o plano)
- Coloca no meio do prato uma colher cheia de farinha.
- Acrescenta meia colher com fermento de padeiro à farinha.
- Acrescenta meia colher de açúcar à farinha.
- Junta no prato uma colher com água e mistura tudo aos poucos (vai juntando mais água se necessário).
- Amassa a mistura com os dedos, de modo a ficar tudo bem misturado, e faz uma bola com a massa.
- Coloca a "bola de massa" no fundo do frasco e pressiona-a de modo a preencher todo o fundo do frasco.
- Com a ajuda da régua, regista a altura da farinha no frasco (em milímetros) e marca-a com o marcador.
- Coloca o frasco na iogurteira e liga o cronómetro.
- A cada 5 minutos, durante 30 minutos, marca a altura da farinha no frasco e faz os registos no quadro seguinte:



4- Preenche o quadro com as observações que fizeste ao longo do tempo:

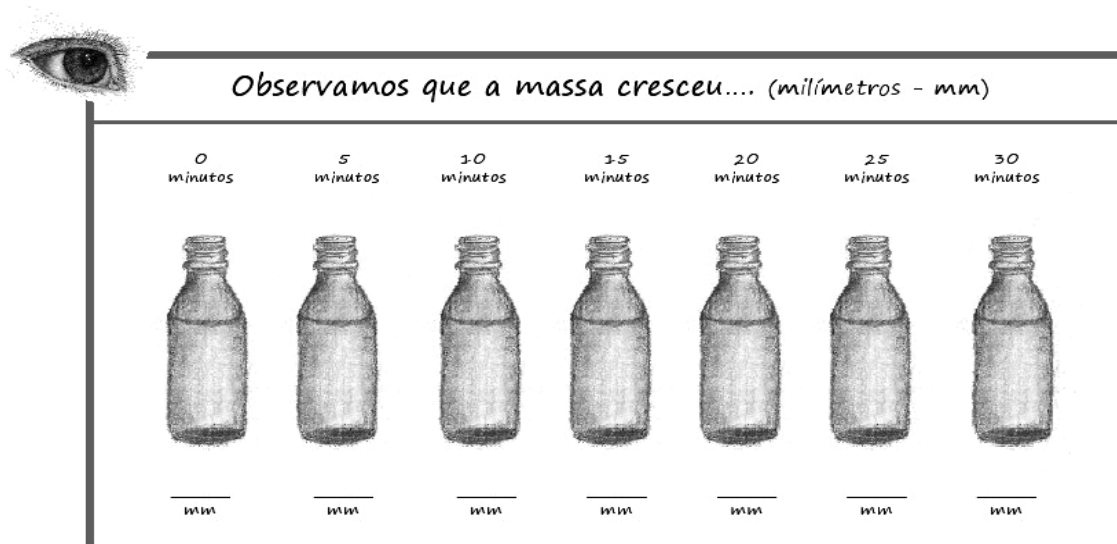
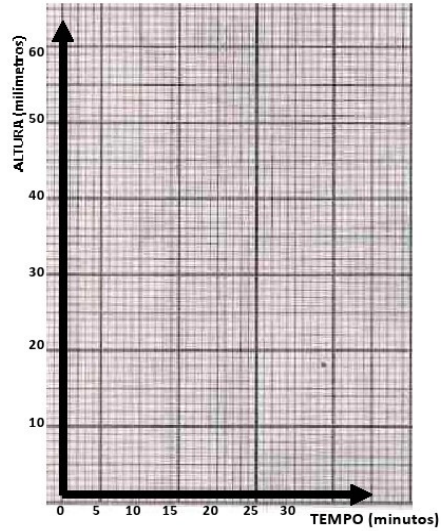


Figura 21 – Página 2 do Protocolo A2

Os dados recolhidos e registados no ponto 4 vão servir para a elaboração de um gráfico (ponto 5), onde se pode observar a tendência do crescimento da massa ao longo do tempo. Os alunos transferem, assim, resultados para um formato diferente do inicial,

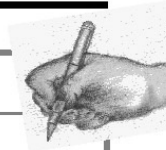
permitindo-lhes constatar, com maior facilidade, a evolução do fenómeno observado. Após a experiência, os alunos relatam o que verificaram, com a ajuda da leitura dos dados registados no ponto 4 e no ponto 5. Por fim, tentam responder à questão-problema inicial (Figura 22).

5- Regista no gráfico seguinte as observações que anotaste no ponto 4.



Após a experiência

Verificámos que...



Com o apoio do professor escreve a resposta à questão-problema:
Os micróbios podem fazer pão?

Figura 22 – Página 3 do Protocolo A2

6.3.4.4 Protocolo da atividade B1

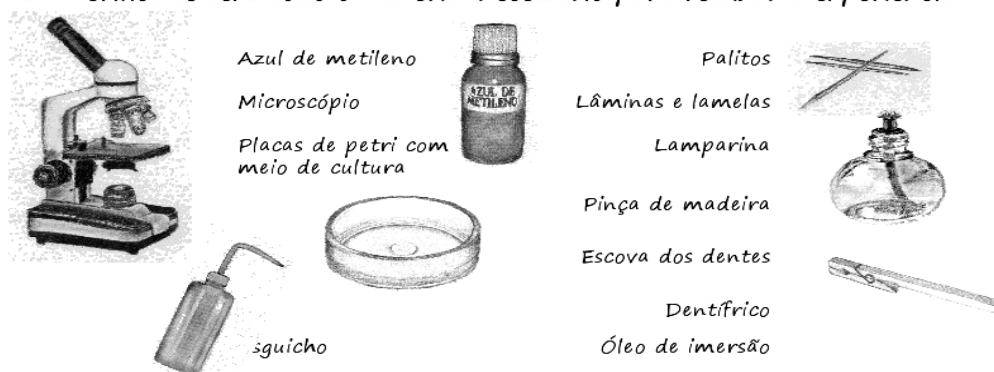
Este protocolo apresenta duas questões problema. A primeira está relacionada com a deteção de micróbios nos dentes. A segunda com a eficácia do ato de lavar os dentes. Apesar de apresentar duas atividades diferentes em dois momentos diferentes, a junção das duas questões problema, no mesmo protocolo, torna-se pertinente dada a complementaridade entre as duas atividades. Primeiro, mostra-se aos alunos que temos, de facto, micróbios na boca. Segundo, comprova-se a eficácia do ato de lavar os dentes. Assim, na secção 1 apresentam-se os materiais que vão ser usados para realizar a primeira atividade. No ponto 2 os alunos registam uma previsão relacionada com a primeira questão problema (Figura 23).

Questão-problema 1:

Os teus dentes têm micróbios?!?!

Antes da experiência

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:



2- Regista no quadro que se segue o que achas que observarias num pedaço de placa dentária se a observasses ao microscópio.

Penso que observaria...

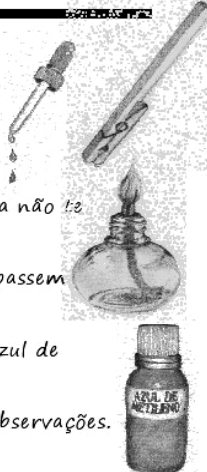

Figura 23 – Página 1 do Protocolo B1

No ponto 3 listam-se os passos do procedimento e os alunos registam o que observam ao microscópio. Após a experiência, os alunos registam por escrito o que encontraram/verificaram e tentam responder, por fim, à primeira questão problema (Figura 24).

Experiência

3- Executa o plano:

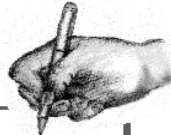
- Com o conta-gotas, coloca uma gota de água numa lâmina de vidro.
- Passa um palito entre os dentes e as gengivas (com muito cuidado para não se magoares).
- Toca com o palito na gota de água de modo que os resíduos do palito passem para a gota, espalhando um pouco a mistura na lâmina de vidro.
- Pede ajuda à professora para levar a lâmina à chama e corá-la com azul de metileno.
- Observa ao microscópio, com a ajuda da professora, e regista as tuas observações.



Observamos que...

Após a experiência

Verificámos que...



*Com o apoio do professor escreve a resposta à questão problema:
Os teus dentes têm micróbios?!?!*

Figura 24 – Página 2 do Protocolo B2

Dando seguimento ao protocolo, após ter sido encontrada a resposta para a primeira questão problema e, conseqüentemente, ter-se provado que existem, de facto, micróbios na boca, surge a segunda questão problema. *Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?*

Assim, na secção *Experiência*, os alunos seguem os passos do procedimento, iniciando com a contaminação das placas de petri com meio de cultura em dois momentos diferentes: “Antes de lavar os dentes” e “depois de lavar os dentes”. Na secção *após a experiência*, os alunos (passados dois dias) verificam os resultados e registam-nos. Por fim, tentam dar resposta à segunda questão problema (Figuras 25 e 26).

Questão problema 2:

Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?

Experiência

Vamos verificar a nossa boca ANTES e DEPOIS de lavar os dentes!

- a) Antes de lavares os dentes, passa um palito por entre os dentes e contamina a placa A.
- b) Lava os dentes usando uma escova e um dentífrico.
- c) Volta a passar outro palito por entre os dentes e contamina a placa B.
- d) Coloca as duas placas num local quente (ex. perto da janela) e espera dois dias.
- e) Desenha os resultados na tabela seguinte.

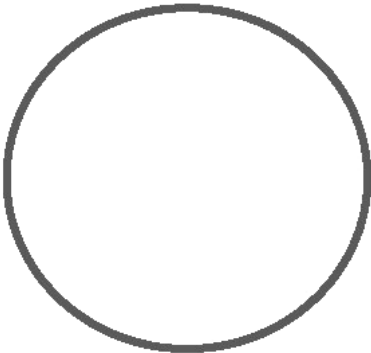
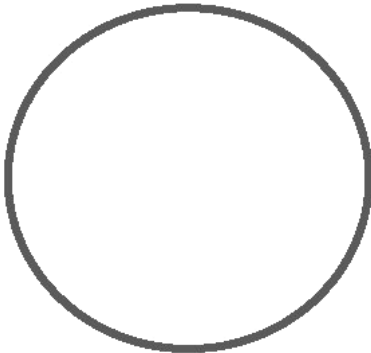
Placa A “antes de lavar os dentes...”	Placa B “depois de lavar os dentes...”
	

Figura 25 – Página 3 do Protocolo B1

Após a experiência

<i>Verificámos que...</i>	

<i>Com o apoio do professor escreve a resposta à questão-problema 2: Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?</i>	

Figura 26 – Página 4 do Protocolo B1

6.3.4.5 Protocolo da atividade B2

No ponto 1 é apresentado o material que vai ser usado na atividade. No ponto 2 apresenta-se a sequência de passos a realizar e, na alínea e) do mesmo ponto, solicita-se

aos alunos que registem as suas previsões em relação ao que acham que vai acontecer, passados dois dias, em cada uma das placas (“mão por lavar” e “mão lavada”), à semelhança do que foi solicitado na atividade B1 (Figura 27).

Questão problema:

Porque devemos lavar as mãos antes das refeições?

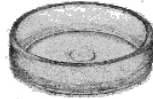
Antes da experiência

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:



Sabão líquido

Placas de petri com meio de cultura



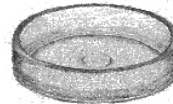
Toalha de papel



Crônometro

Experiência

2- Executa o plano:



- Com cuidado retira a tampa da placa A e toca, com a tua mão aberta, no meio de cultura durante 5 segundos. Volta a fechar a placa.
- Lava bem as mãos com água abundante e sabão. Limpa-as a uma toalha de papel.
- Pede a um colega teu que retire a tampa da placa B e, com a tua mão aberta, toca no meio de cultura durante 5 segundos. Volta a fechar a placa.
- Coloca ambas as placas no parapeito da janela.
- Escreve na tabela seguinte o que achas que vai acontecer nas duas placas passados dois dias.


Penso que vou observar...	
Na mão por lavar...	Na mão lavada...

I

Figura 27 – Página 1 do Protocolo B2

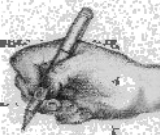
Passados dois dias, os alunos observam os resultados. Analizam as placas, contando o número de colônias que as contaminam e, conseqüentemente, concluem relativamente ao grau de contaminação das duas placas, tendo em consideração que, quanto mais colônias tiver uma placa, mais contaminada estará (Figura 28).

f) Passados dois dias, observa as placas e regista as tuas observações na tabela.



Placa A observamos que...	Placa B observamos que...

Após a experiência



Verificámos que...

Figura 28 – Página 2 do Protocolo B2

Por fim, os alunos respondem ao problema inicial, reconhecendo a importância de lavar as mãos antes das refeições (Figura 29).

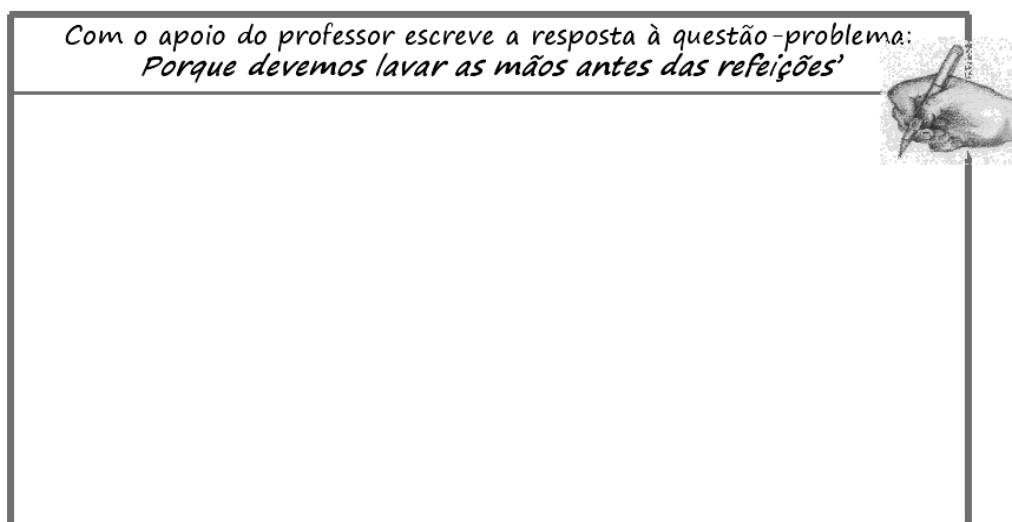


Figura 29 – Página 3 do Protocolo B2

6.3.4.6 Protocolo da atividade C

Este protocolo está associado a uma atividade relacionada com a observação e desenho de microrganismos do tanque de arejamento de uma ETAR. Inicia-se com uma questão problema simples, relacionada com o aspeto dos microrganismos presentes nas ETAR.

No ponto 1 apresenta-se o material a ser usado na atividade e no ponto 2 os alunos registam as suas previsões relativamente ao que vão observar (Figura 30).

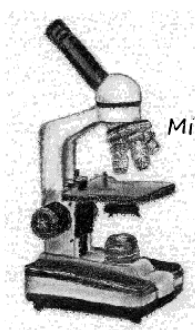
No ponto 3 apresentam-se os passos da execução do plano que, resumidamente, consiste na preparação da lâmina para observação. Os alunos são solicitados a fazer as suas observações e a desenharem o que observam (Figura 31)

Questão problema:

Como são os micróbios que limpam as águas dos esgotos?

Antes da experiência

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:

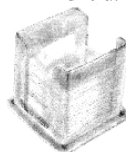


Microscópio

Frasco com água de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR)



Lâminas e lamelas



Pipeta

2- Regista no quadro que se segue o que achas que podias observar numa gota da água dos esgotos retirada de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais.

Penso que observaríamos...

Figura 30 – Página 1 do Protocolo C

Experiência



3- Executa o plano:

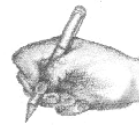
- Com a ajuda do professor, retira uma gota do frasco com água da ETAR e coloca-a numa lâmina de vidro. Cobre-a com uma lamela.
- Observa-a ao microscópio e desenha no quadro seguinte o que vês.
- Utiliza a ficha de identificação da última página e tenta identificar o que vês.



Conseguimos observar...

Após a experiência

Com o apoio da tua professora escreve a resposta à questão-problema:
Como são os micróbios que limpam as águas dos esgotos?



2

Figura 31 – Página 2 do Protocolo C

Nesta altura, alguns minutos após terem iniciado os seus desenhos, é-lhes fornecida uma tabela de identificação com imagens de seres que poderão encontrar na preparação (Figura 32). Com base nos seres que se encontram representados nessa tabela, vão tentar identificar os desenhos que fizeram, atribuindo um nome ao

microrganismo encontrado. Por fim, os alunos respondem à questão problema colocada inicialmente.

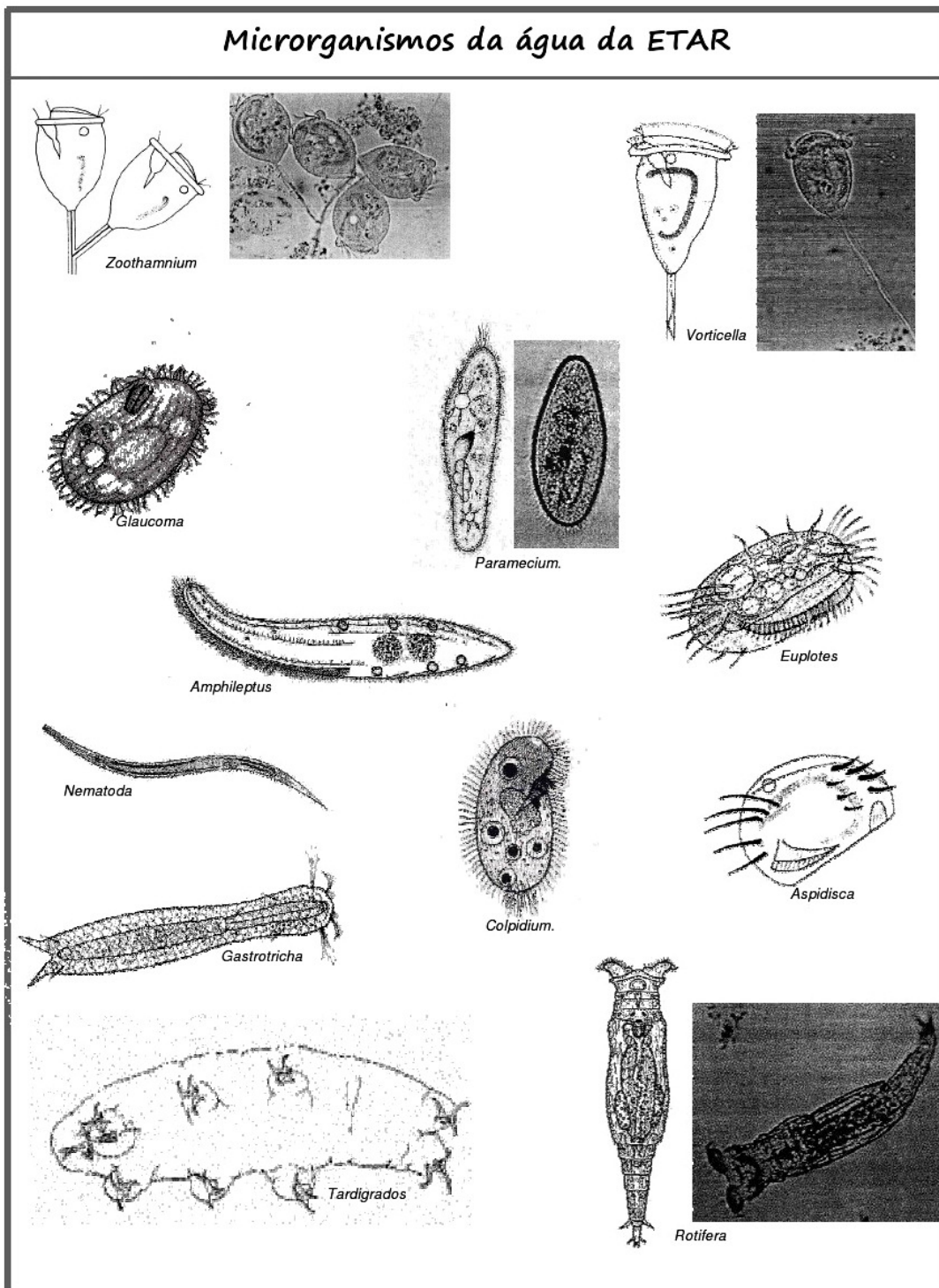


Figura 32 – Página 3 do Protocolo C. Tabela fornecida aos alunos com alguns exemplares de microrganismos que podemos encontrar na água das ETAR (Adaptado de Madoni, 2005).

6.4 Técnicas ou instrumentos de recolha de dados

6.4.1 Síntese das técnicas utilizadas

No Quadro 90 apresenta-se um resumo que sintetiza as técnicas utilizadas pelo investigador para recolher os dados na presente fase da investigação.

Quadro 90 - Resumo das técnicas e suas finalidades.

TECNICAS	FINALIDADE
Observação não participante	Conhecer a turma, fazer uma aproximação aos alunos e à dinâmica da turma.
Questionário pré-teste	Detetar conceções prévias acerca dos microrganismos, antes da intervenção educativa.
Aplicação dos protocolos experimentais	Execução de atividades experimentais acerca dos microrganismos e de acordo com os 4 parâmetros de análise.
Análise dos registos dos alunos nos protocolos experimentais	Reflexão sobre ocorrências/manifestações que ajudam a compreender o grau de eficácia da implementação dos métodos utilizados no processo de ensino-aprendizagem.
Questionário pós-teste	Detetar a mudança (ou não) das conceções manifestadas antes da intervenção educativa (comparação de resultados).

Apresenta-se na Figura 33 uma representação gráfica das técnicas ou instrumentos de recolha de dados, mostrando visualmente a relação das variáveis medidas e o tipo de comparações que se pretendem efetuar com os resultados obtidos.

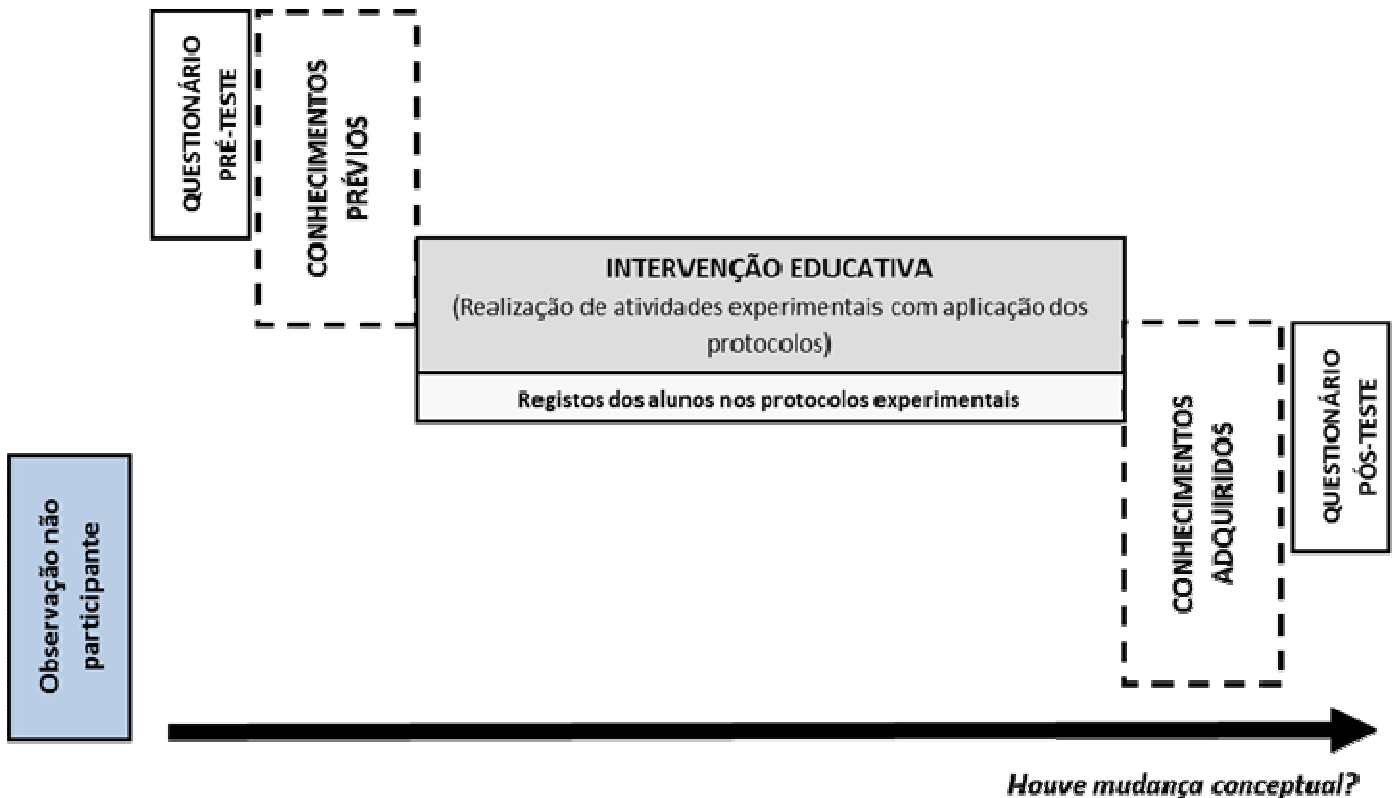


Figura 33 – Representação gráfica das técnicas ou instrumentos de recolha de dados

6.4.2 Observação não participante

Segundo Ghiglione e Matalon (1993), a observação pode ser definida como um olhar sobre uma situação, sem que esta seja modificada, e que tem como objetivo a recolha de dados sobre a mesma.

Antes da intervenção educativa, o investigador assistiu, sob autorização da professora da turma, a três períodos de 2 horas, no sentido de se aproximar dos alunos e observar a dinâmica de sala de aula do 1.º CEB. A observação foi do tipo não participante pois, de acordo com Carmo e Ferreira (1998), não houve interação com o objeto de estudo em que se realizou a observação. Este tipo de técnica reduz substancialmente a interferência do observador no observado e permite o uso de instrumentos de registo, sem influenciar o grupo alvo, para além de possibilitar um grande controlo das variáveis a observar.

6.4.3 Questionário pré-teste e pós-teste

Foram aplicados dois questionários, um pré-teste e outro pós-teste. Com a aplicação do questionário pré-teste pretendia-se obter um conhecimento das ideias prévias dos alunos relativamente aos temas a abordar nas atividades. Os resultados deste questionário ajudaram o investigador a estabelecer o procedimento adequado para a execução das atividades em sala de aula, no sentido duma maior eficácia na mudança conceptual.

Por sua vez, com o pós teste, pretendia-se averiguar a ocorrência de mudança concetual.

O questionário aplicado no pré-teste e pós-teste foi o mesmo (ver ANEXO XIX), tendo-se recorrido a uma adaptação do questionário utilizado na Fase 2 do estudo. Esta adaptação teve em consideração não uma alteração das questões em si, mas sim uma seleção das questões que mais se relacionavam com as atividades que se iriam propor na intervenção educativa.

6.4.4 Intervenção educativa

A intervenção educativa consistiu na realização de atividades experimentais em contexto de sala de aula, de acordo com o cronograma do Quadro 91:

Quadro 91 – Cronograma da intervenção educativa

INTERVENÇÃO EDUCATIVA	Ano letivo 2011/2012							
	SETEMBRO				OUTUBRO			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Atividade A0								
Atividade A1								
Atividade A2								
Atividade B1								
Atividade B2								
Atividade C								
Aplicação do Pós-Teste								

6.4.5 Protocolos experimentais

Os protocolos experimentais usados pelos alunos no decorrer das atividades são particularmente úteis em dois domínios. Por um lado servem de apoio à realização dos

procedimentos a implementar (tanto na sua sequência como na sua natureza). Por outro lado, permitem que o aluno faça registos das suas observações, em forma de texto e/ou desenho, em tabelas e/ou gráficos. Existe desta forma uma organização da informação que vai sendo registada e que ajuda o aluno a responder no final do protocolo à questão problema colocada inicialmente.

Assim, construíram-se 6 protocolos (ANEXO X) que foram aplicados em contexto de sala de aula. Para a exploração de cada protocolo, o investigador utilizou o guião de atividade que o orientou na execução das mesmas.

Os registos dos alunos foram, posteriormente, analisados e interpretados pelo investigador.

6.5 Participantes

6.5.1 Caracterização da amostra

As atividades foram realizadas com 16 alunos de uma turma do 4.º ano de escolaridade de uma escola do 1.º CEB do concelho de Bragança. Com uma média de idade de nove anos, 50% dos alunos eram do sexo masculino e 50% do sexo feminino, sendo todos de nacionalidade portuguesa.

De salientar que um aluno da turma apresentava dificuldades de aprendizagem (necessidades educativas especiais - NEE)

6.5.2 Critérios de seleção dos participantes

Neste trabalho de investigação optou-se pela seleção de uma *amostra não aleatória*, permitindo ao investigador a seleção dos seus sujeitos em estudo, designando-se, neste caso, por uma amostragem por conveniência. Esta seleção foi baseada em critérios, nomeadamente:

a) Os alunos deveriam pertencer a uma escola da cidade de Bragança, ou seja, geograficamente perto do local onde o investigador vive e trabalha.

b) A turma teria que ser do 4.º ano de escolaridade. Embora as atividades planificadas possam ser realizadas e adaptadas a qualquer ano de escolaridade do 1.º CEB, selecionar o 4.º ano de escolaridade permitiu a maximização da exploração das potencialidades dos alunos, nomeadamente, no que diz respeito à exploração de

competências científicas básicas e complexas, estas últimas menos desenvolvidas nos primeiros anos de escolaridade.

c) A docente do 1.º CEB ter participado no *Programa de Formação do Ensino Experimental das Ciências* (PFEEC) para os Professores do 1.º CEB (Martins et al., 2006) promovido pelo Ministério da Educação. Desta forma foi facilitado o trabalho de cooperação entre o investigador e a docente, que se pretendia que ocorresse na sala de aula.

6.5.3 Contactos e acessibilidades

A professora do grupo focal em estudo foi contactada, antes de avançar com a formalização dos pedidos de autorização para a implementação da intervenção educativa. Realizaram-se, entretanto, três reuniões com a docente em que foi explicado o projeto na sua generalidade, o porquê da escolha das atividades em questão e a metodologia a seguir na sala de aula. Solicitou-se à docente que contribuísse na melhoria das atividades, nomeadamente em relação à adequação da linguagem utilizada, metodologia (ex: gestão do tempo e procedimentos) e adequação dos conteúdos ao programa do 1.º CEB. Verificado o interesse da docente e a sua disponibilidade para receber o investigador na sua sala de aula, procedeu-se à elaboração do pedido de autorização ao agrupamento de escolas (ANEXO VIII). O investigador obteve as respetivas autorizações para assistir a três aulas, antes da intervenção propriamente dita, no sentido de conhecer a turma e enquadrar-se no seu método de trabalho, assim como para o desenvolvimento da intervenção educativa e a aplicação dos questionários pré-teste e pós-teste, de acordo com a calendarização proposta.

6.5.4 Cenário da investigação

O estudo decorreu numa escola do 1.º CEB do concelho de Bragança, uma escola urbana com espaço envolvente e pertence ao Agrupamento de Escolas Paulo Quintela - Bragança.

6.5.4.1 A escola

A Escola EB1 n.º 3 de Bragança, designada por Escola das Beatas, localiza-se na Avenida Abade de Baçal, e enquadra-se na área de abrangência da Junta de Freguesia da Sé - Bragança.

É formada por um bloco constituído por duas alas interligadas por uma outra ala central, com boa iluminação natural e duas entradas com canteiros de flores. O edifício tem 4 salas de aula, 2 em cada ala, com uma configuração retangular e dimensões iguais.

Na ala central existem duas salas pequenas. Uma delas funciona como sala de apoio a outra, a sala dos Professores, é também utilizada como biblioteca de Escola, para arrumação de material didático, projeção de filmes e diapositivos e ainda para reuniões com os Encarregados de Educação, Corpo Docente e não Docente.

O recreio é espaçoso, em todo o perímetro da escola, encontrando-se instalado, na secção de entrada, um parque infantil. Na secção traseira, existe um espaço para atividades de carácter desportivo, equipado com balizas.

A escola contou, no ano letivo de 2011/2012, com 78 alunos do 1.º CEB. No Quadro 92 apresenta-se a distribuição dos alunos pelos anos letivos.

Quadro 92 - Número de alunos da EB 1 nº 3 de Bragança distribuídos por ano de escolaridade

Anos	N.º de Alunos
1º Ano	25
2º Ano	9
3º Ano	11
4ºAno	15
	18
Total	78

6.5.4.2 A sala de aula

As atividades decorreram em contexto de sala de aula. Os alunos estavam dispostos em grupo em 4 conjuntos de mesas agrupadas. Apesar do investigador garantir todo do material para as suas atividades, verificou que a escola possuía algum material necessário para a realização das experiências, fruto do facto da escola ter pertencido à rede de escolas envolvidas no projeto do Ensino Experimental das Ciências no 1.º CEB e ter, por isso, sido equipada com material didático e de laboratório.

6.6 Resultados e discussão

6.6.1 Análise e discussão da observação não participante

Antes da intervenção educativa o investigador assistiu a três aulas sem qualquer intervenção no habitual desenvolvimento das aulas. Esta observação teve como principal objetivo conhecer os alunos e observar a dinâmica implementada na sala de aula de uma turma do 1.º CEB. Através da técnica aplicada gerou-se uma empatia entre o investigador e os alunos e desenvolveu-se a curiosidade destes em saber o que o investigador estava a fazer nas suas aulas. Constatou-se que a dinâmica de aula neste ciclo de ensino coloca o professor num papel constantemente ativo. O contínuo trabalho de *aproveitamento* das intervenções dos alunos, no sentido de uma valorização dos seus interesses e a procura da adequação desses interesses aos conteúdos que o professor pretende lecionar na aula, relacionados com as diversas áreas curriculares, assume-se como um enorme desafio. Usar, por exemplo, na leção de um mesmo conteúdo, áreas tão distintas como a matemática, o português e a expressão plástica, torna o ensino no 1.º CEB um estímulo para o professor e potencializa o desenvolvimento de competências essenciais ao desenvolvimento da criança.

6.6.2 Análise comparativa e discussão do questionário pré-teste e pós-teste

6.6.2.1 Análise e discussão das questões fechadas

Tal como nos questionários da Fase 2 deste trabalho, as questões fechadas encontram-se distribuídas por dois grupos distintos. Assim, no GRUPO 1 encontramos as questões 1 a 8 e no GRUPO 2 as questões 9 a 12. Os dados recolhidos das questões fechadas foram introduzidos no programa estatístico SPSS e posteriormente tratados. As tabelas que se apresentam de seguida integram apenas os dados com resposta. As opções não respondidas pelos alunos (em que nenhum aluno escolheu determinada opção como resposta) não foram consideradas na incorporação dos dados nas tabelas de resultados. No entanto, nesses casos, na discussão da questão em causa é referida a não resposta. Cada uma das tabelas que se apresenta contém as respostas a cada questão, do pré-teste e pós-teste, respetivamente, sendo que a análise realizada é sempre comparativa entre os dois momentos.

6.6.2.1.1 Questões do GRUPO 1

Nestas questões, os alunos escolheram uma opção de resposta de entre três opções possíveis.

Questão 1 – ***Os micróbios são seres vivos?***

Cerca de 80% dos alunos considerava os micróbios como seres vivos antes da intervenção. Esta percentagem, já elevada, passou para 100% no pós-teste, denunciando uma melhoria no conhecimento desta questão (Quadro 93). A intervenção pedagógica veio melhorar esta percepção, na medida em que os alunos observaram microrganismos ao microscópio e também atividade microbiana, denunciante do facto destes seres serem vivos.

Quadro 93 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 1

Momento de aplicação	Os micróbios são seres vivos?				Total	
	Sim		Não			
	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	13	81,2	3	18,8	16	100
Pós-teste	16	100,0	0	0	16	100

Questão 2 - ***Em qual dos seguintes grupos inclui os micróbios?***

O pré-teste anunciava que a maioria dos alunos (56,3%) classificavam os microrganismos como sendo *nem animais nem plantas*, no entanto, um valor muito próximo do que os classificavam como *animais* (43,8%). Após a intervenção pedagógica verificou-se uma mudança. Os alunos que consideravam os micróbios *animais* passaram a considerá-los *nem animais nem plantas* (87,5%) (Quadro 94). Deste modo, pode dizer-se que aumentou a percepção de que este grupo de seres vivos pertence, de facto, a grupos à parte dos animais e das plantas, denotando, assim, um aumento da percepção da biodiversidade no nosso planeta e da realidade envolvente.

Contudo, após a intervenção, dois alunos ainda consideraram os microrganismos como sendo animais, mostrando alguma resistência relativamente a esta conceção alternativa.

De referir também que em nenhum momento (antes, durante e depois da intervenção) os alunos consideraram os microrganismos como pertencentes ao reino das plantas.

Quadro 94 – Quadro 93 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 2

Momento de aplicação	Em qual dos seguintes grupos incluis os micróbios?						Total	
	Animais		Plantas		Não são animais nem plantas			
	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	7	43,8	0	0	9	56,3	16	100
Pós-teste	2	12,5	0	0	14	87,5	16	100

Questão 3- *Os micróbios são de que tamanho?*

Através dos resultados observados no pré-teste pode afirmar-se que a percepção inicial relativamente ao tamanho dos microrganismos na categoria *só se conseguem ver com a ajuda de um instrumento de ampliação (lua ou microscópio)* era evidenciada por apenas 3 alunos da turma (18,8%) (Quadro 95). Após a intervenção esse número passou para 15 alunos (93,8%). Ocorreu, assim, uma clara mudança na percepção do tamanho dos micróbios após a intervenção educativa. O facto de, na maioria das atividades, os alunos serem convidados a observarem os microrganismos, com o auxílio do microscópio, contribuiu, certamente, para esta mudança observada.

Quadro 95 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 3

Momento de aplicação	Os micróbios são de que tamanho?				Total	
	Podem-se ver a olho nu		Só se conseguem ver com a ajuda de um instrumento de ampliação (lupa ou microscópio)			
	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	13	81,2	3	18,8	16	100
Pós-teste	1	6,3	15	93,8	16	100

Questão 4 – *Na tua opinião, os micróbios podem ser...*

Os resultados evidenciados relativamente à ação benéfica/prejudicial dos microrganismos mostram que antes da intervenção educativa 50% dos alunos

apresentavam a ideia de que os micróbios podem ser benéficos ou prejudiciais. Esta ideia (correta) passou para os 87,5% após a intervenção, ao mesmo tempo que reduziu o número de respostas em que consideravam todos os microrganismos prejudiciais (43,8%/6,3%) (Quadro 96). O facto de, na intervenção educativa, terem sido salientadas situações que identificavam alguns microrganismos como benéficos (ex.: produção do pão, controlo da poluição das águas residuais nas ETAR) fez com que alguns alunos mudassem a sua perceção em relação à conotação atribuída a estes seres vivos.

Quadro 96 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 4

Momento de aplicação	Na tua opinião, os micróbios podem ser...						Total	
	Todos benéficos		Todos prejudiciais		Uns são benéficos e outros são prejudiciais			
	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	1	6,3	7	43,8	8	50,0	16	100
Pós-teste	1	6,3	1	6,3	14	87,5	16	100

Questão 5 – *O mais importante quando lavas as mãos antes de comer é...*

De acordo com os resultados obtidos verificou-se que no pré-teste 68,8% dos alunos consideram que em relação ao ato de lavar as mãos antes de comer devem *fazê-lo pois podem ficar doentes*. A escolha desta opção subiu para 93,8% após a intervenção (Quadro 97). O pós-teste evidencia, ainda, que os alunos que davam importância ao ato de lavar as mãos simplesmente *para não ficarem sujas*, passaram a *fazê-lo para não ficarem doentes*. Esta mudança está relacionada, provavelmente, com a perceção de que existem micróbios nas mãos e que alguns deles podem provocar doenças se forem ingeridos enquanto comemos, pelo que, o ato de lavar as mãos ajuda a diminuir a quantidade desses micróbios. Este foi um conteúdo trabalho numa atividade¹⁵⁹ realizada na intervenção educativa.

Outro aspeto importante foi, no pós-teste, ter desaparecido a resposta que associa o ato de lavar as mãos a uma ordem ou tarefa a que se deve obedecer (*fazê-lo porque te mandam*), respondida por um aluno no pré-teste.

¹⁵⁹ Atividade B2 em que os alunos são convidados a contaminar duas placas com meio de cultura. Numa placa tocam com uma mão antes de lavar. Noutra placa tocam com a mesma mão mas depois de lavada com água e sabão e limpa com um toalhete de papel. A análise posterior, proveniente da leitura dos resultados da contaminação nas placas, levam os alunos a constatar a presença de um maior número de microrganismos na placa “antes de lavar as mãos”.

Quadro 97 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 5

Momento de aplicação	O mais importante quando lavas as mãos antes de comer é...						Total	
	Fazê-lo porque te mandam		Fazê-lo pois podes ter as mãos sujas		Fazê-lo pois podes ficar doente			
	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	1	6,3	4	25,0	11	68,8	16	100
Pós-teste	0	0	1	6,3	15	93,8	16	100

Questão 6 – *O mais importante quando lavas os dentes depois de comer é...*

De uma forma semelhante aos resultados da questão 5, em relação à importância de lavar os dentes após as refeições, 68,8% dos alunos referem que o devem fazer para não ficarem com cáries nos dentes. Este número passou para 87,5% após a intervenção. Um outro aspeto interessante foi a diminuição da importância estética atribuída ao ato de lavar os dentes, representado aqui com *fazê-lo para ficares a cheirar bem da boca*, que passou de 25%, no pré-teste, para 6,3%, no pós-teste (Quadro 98). Esta transferência da ideia comum de que *o devo fazer porque é assim ou porque pareço melhor assim* para a razão *devo fazer porque se o não o fizer poderei sofrer consequências más para a minha saúde*, torna pertinente o uso de atividades experimentais para abordar estas matérias. A atividade experimental B1, em que foi abordada a importância de lavar os dentes, terá tido, assim, um efeito positivo no aumento da perceção do risco por parte das crianças.

Quadro 98 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 6

Momento de aplicação	O mais importante quando lavas os dentes depois de comer é:						Total	
	Fazê-lo porque te mandam		Fazê-lo para ficares a cheirar bem da boca		Fazê-lo porque podes ficar com cáries nos dentes			
	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	1	6,3	4	25,0	11	68,8	16	100
Pós-teste	1	6,3	1	6,3	14	87,5	16	100

Questão 7 – ***O que achas que acontece quando um ser vivo morre?***

Relativamente a esta questão verificou-se que a intervenção educativa não veio introduzir mudanças nas conceções prévias dos alunos. Embora a maioria dos alunos considere que os micróbios degradam os seres vivos quando estes morrem, ocorreu uma diminuição (embora apenas por um aluno) desta perceção (81,3%/75,0%). Da mesma forma, a opção *mantém-se inalterado* surgiu no pós-teste (em dois alunos) (Quadro 99). No entanto, salienta-se a ocorrência de uma melhoria relativamente à ideia de que *desaparece no solo*, conceção identificada por alguns autores. Das atividades realizadas, nenhuma abordou diretamente esta questão. Apesar de na atividade C ter sido discutido este assunto, os seus principais objetivos afastaram-se do aspeto relacionado com a degradabilidade dos seres vivos pelos microrganismos, tendo incidido na identificação de microrganismos que desempenham um papel importante na limpeza das águas residuais. Por este facto, considera-se que o resultado se justifica.

Quadro 99 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 7

Momento de aplicação	O que achas que acontece quando um ser vivo morre?						Total	
	Mantém-se inalterado		Desaparece no solo		É degradado pelos micróbios			
	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	0	0	3	18,8	13	81,3	16	100
Pós-teste	2	12,5	2	12,5	12	75,0	16	100

Questão 8 – ***A frase que explica melhor o que é um material biodegradável é...***

Relativamente aos fatores que intervêm na biodegradabilidade dos materiais verifica-se um aumento da opção *um material que é decomposto por seres vivos*. Esta opção, já escolhida pela maioria dos alunos no pré-teste (68,8%), no pós-teste obteve 87,5%. Salienta-se também o desaparecimento da opção *um material que é decomposto pela luz* nas respostas do pós-teste (18,8%/0%) (Quadro 100). Constata-se, assim, um ligeiro desvio das respostas que apontam a biodegradabilidade para causas físicas, passando a considerar as causas biológicas como as responsáveis pelo processo.

Quadro 100 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 8

Momento de aplicação	A frase que explica melhor o que é um material biodegradável é:						Total	
	Um material que é decomposto pela água		Um material que é decomposto por seres vivos		Um material que é decomposto pela luz			
	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	2	12,5	11	68,8	3	18,8	16	100
Pós-teste	2	12,5	14	87,5	0	0	16	100

6.6.2.1.2 Questões do GRUPO 2

Neste grupo de questões, os alunos escolheram as três opções que achavam mais corretas de entre oito opções alternativas. Apresentam-se de seguida os resultados.

Questão 9 – **São micróbios os seguintes seres...**

Os alunos identificam as *bactérias*, os *fungos* e os *vírus* como sendo micróbios. São as respostas com maior frequência de resposta, pelo que denunciam que os alunos já se sentem familiarizados com essas denominações. Relativamente às bactérias, comparando o pré-teste com o pós-teste, ocorreu um ligeiro decréscimo nas escolhas (diferença de dois alunos), assim como em relação aos vírus. No entanto, relativamente aos fungos, houve uma diferença mais acentuada (43,8% para 75,0%). As atividades realizadas utilizando as leveduras, orientaram, com certeza, para um aumento do conhecimento acerca dos microrganismos. Outro aspeto interessante a destacar prende-se com a classificação dos microrganismos como insetos. Esta conceção, identificada por outros autores, é muito frequente e resistente nas crianças desta idade. Assim, no pré-teste 62,5% identificaram a *pulga* como sendo um micróbio, passando para 31,3% no pós-teste (redução de 50%) (Quadro 101).

Quadro 101 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 9

Momento da aplicação	São micróbios os seguintes seres...															
	Bactérias		Pinheiro		Fungo (bolor)		Rato		Elefante		Cato		Vírus		Pulga	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	16	100	1	6,3	7	43,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	14	87,5	10	62,5
Pós-teste	14	87,5	3	18,8	12	75,0	1	6,3	0	0,0	0	0,0	13	81,3	5	31,3

Questão 10 – O que é que os micróbios podem fazer?

Nesta questão pretendia-se relacionar a atividade microbiana com a conotação (positiva/negativa) atribuída aos microrganismos. Na análise do pré-teste destacam-se três opções associadas à conotação negativa, nomeadamente, *provocar doenças* (93,8%), *poluir a água* (81,3%) e *estragar alimentos* (81,3%). Os resultados do pós-teste evidenciam um aumento das respostas com conotação positiva, baixando significativamente a frequência de respostas com conotação negativa. Assim, *produzir alimentos* aumentou mais de 50% (2/6) e *limpar a água dos esgotos* aumentou de forma muito significativa (6,3% / 68,8%) (Quadro102). Por outro lado, a frequência de respostas dadas a *poluir a água*, *estragar alimentos* e *provocar doenças* baixou ligeiramente. As diferenças encontradas entre as respostas do pré-teste e do pós-teste evidenciam, claramente, uma mudança na conceção relacionada com a conotação positiva/negativa manifestada pelos alunos, mostrando que a intervenção (atividades A2 e C) se revelou eficaz no que diz respeito ao surgimento da ideia de que existem microrganismos que são benéficos.

Quadro 102 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 10

Momento da aplicação	O que é que os micróbios podem fazer?															
	Alimentos (pão, iogurte, queijo)		Vidro		Medicamentos		Poluir a água		Estragar alimentos		Limpar a água dos esgotos		Madeira		Provocar doenças	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	2	12,5	1	6,3	2	12,5	13	81,3	13	81,3	1	6,3	1	6,3	15	93,8
Pós-teste	6	37,5	1	6,3	2	12,5	10	62,5	5	31,3	11	68,8	0	0,0	13	81,3

Questão 11 – ***Os micróbios podem ser encontrados...***

Relativamente ao local onde podem ser encontrados os micróbios, as respostas mais frequentes no pré-teste foram *caixote do lixo* (50,0%), *nas águas do esgoto* (50,0%) e *na tua boca e na tua pele* (ambas com 37,5%), locais comumente associados a aspetos negativos, indesejáveis ou desagradáveis. Analisando o pós-teste constata-se que aumentou o número de crianças que considera haver micróbios *na pele e na boca* (com 37,5%/43,8%). Da mesma forma, aumentou o número de respostas que associa as *águas do esgoto* (81,3%) e *o solo* (50,0%) à presença de micróbios (Quadro 103).

Quadro 103 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 11

		<i>Os micróbios podem ser encontrados...</i>																	
		No ar que respiras		No solo		Nos alimentos que comes e bebes		Na tua boca		Na tua pele		Nos animais		Nas águas do esgoto		Nas plantas		No caixote do lixo	
Momento da aplicação		F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste		4	25,0	4	25,0	5	31,3	6	37,5	6	37,5	6	37,5	8	50,0	1	6,3	8	50,0
Pós-teste		2	12,5	8	50,0	2	12,5	7	43,8	7	43,8	2	12,5	13	81,3	0	0,0	7	43,8

Questão 12 – ***Das substâncias seguintes quais as que são biodegradáveis?***

Relativamente à biodegradabilidade das substâncias, a maior parte das crianças identifica substâncias orgânicas como biodegradáveis, no entanto, analisando os resultados do pré-teste e do pós-teste verifica-se que não existem diferenças significativas nos resultados, pelo que pode considerar-se que as atividades realizadas não vieram trazer modificações de referência na perceção dos alunos em relação a este assunto (Quadro 104).

Quadro 104 – Resultados do pré teste e pós teste relativamente à questão 12

Momento da aplicação	<i>Das substâncias seguintes quais as que são biodegradáveis?</i>															
	Folhas de plantas		Garrafa de plástico		Frasco de vidro		Cascas de laranja		Lata de sumo		Fatia de queijo		Pneu de bicicleta		Pássaro morto	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Pré-teste	12	75,0	4	25,0	3	18,8	9	56,3	3	18,8	6	37,5	2	12,5	9	56,3
Pós-teste	8	50,0	7	43,8	5	31,3	8	50,0	2	12,5	8	50,0	3	18,8	7	43,8

6.6.3 Análise comparativa e discussão de desenhos do pré-teste e pós-teste

Para a análise dos desenhos feitos pelos alunos no pré-teste e no pós-teste teste foi seguido o mesmo procedimento realizado na 2ª fase deste estudo. No entanto, a ênfase dada nesta análise incidiu sobre a comparação entre os resultados do pré-teste e do pós-teste. Pretendia-se, assim, avaliar as mudanças na representação gráfica, apresentadas pelas crianças, relativamente aos micróbios, depois da intervenção educativa. Para além da análise dos desenhos, teve-se igualmente em consideração algumas respostas às questões fechadas do questionário, que, em certos casos, vieram reforçar a interpretação da conceção da criança, representada no seu desenho.

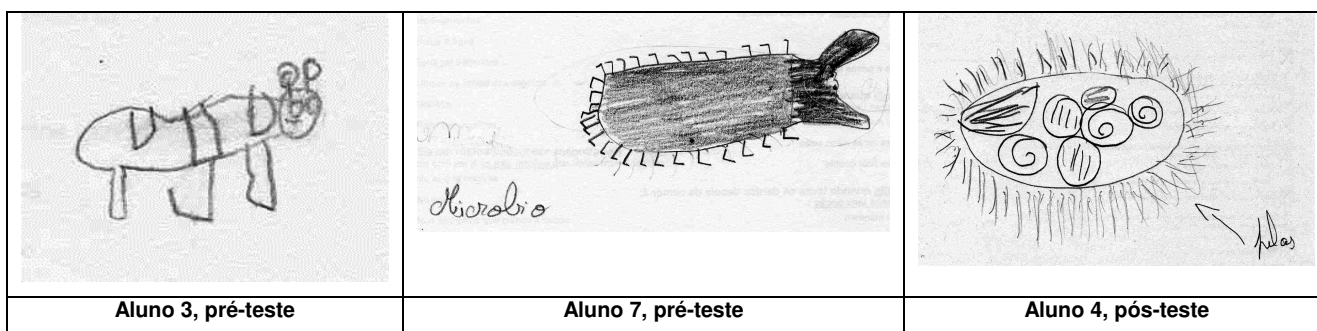
Relativamente à forma dos micróbios, tanto no pré-teste como no pós-teste, 100% dos alunos atribuíram aos microrganismos forma não antropomórfica (Quadro 105).

Quadro 105 – Resultados do pré teste e pós teste quanto à forma

Antropomórfica / Não Antropomórfica		Momento	
		Pré-teste	Pós-teste
Não Antropomórfica	F	16	16
	%	100%	100%
Antropomórfica	F	0	0
	%	0%	0
Total	F	16	16
	%	100%	100%

No Quadro 106 podem visualizar-se alguns exemplos de desenhos não antropomórficos realizados pelas crianças no pré-teste e no pós-teste.

Quadro 106 – Exemplos de desenhos não antropomórficos feitos pelos alunos

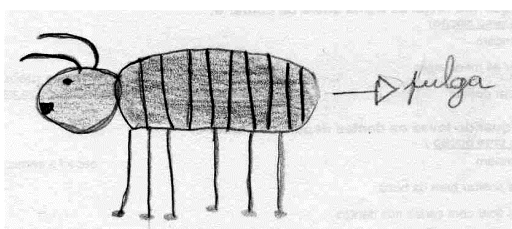


Considerando a totalidade dos desenhos realizados pelos alunos (desenhos não antropomórficos), verificam-se diferenças nas categorias real/não real. Assim, no pré-teste, 81,3% dos alunos desenharam os microrganismos com aspeto não real. Este facto inverteu-se após a intervenção educativa. O pós-teste evidenciou que 81,3% dos alunos desenharam os microrganismos com o aspeto próximo do real (Quadro 107 e Figura 34).

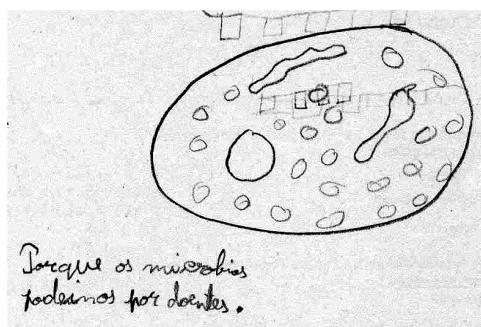
Quadro 107 – Resultados do pré teste e pós teste quanto à aparência

Não Antropomórfica		Momento	
		Pré-teste	Pós-teste
Real	F	3	13
	%	18,7%	81,3%
Não Real	F	13	3
	%	81,3%	18,7%
Total	F	16	16
	%	100%	100%

Este resultado evidencia uma mudança sobre a conceção morfológica dos microrganismos. Há uma tendência por parte da criança em deixar de associar os micróbios a algo conhecido (ex.: animais, insetos, etc.) para passarem a desenhá-los com a sua aparência real. O facto de terem sido promovidas atividades em que as crianças estiveram em contacto direto com estes seres vivos, nomeadamente a observá-los ao microscópio, terá contribuído para a mudança desta perceção. Pode afirmar-se que as crianças passaram a vê-los como, de facto, são na realidade, pois até então lhes tinham sido invisíveis. Naturalmente, associavam-nos a algo que conheciam para lhes dar “forma”.



Não real (aluno 9, pré-teste)



Real (aluno 1, pós-teste)

Figura 34 – Exemplos de desenhos Não real / Real

Nos desenhos dos microrganismos na categoria *animal*, tanto no pré-teste como no pós-teste, predomina a *conotação negativa e sem conotação*, sendo a primeira mais frequente no pré-teste (Quadro 108). Ocorreu assim, do pré-teste para o pós-teste, uma diminuição da conotação negativa e um aumento de *sem conotação*.

Quadro 108 – Resultados do pré teste e pós teste quanto à conotação atribuída à aparência não real

Não Antropomórfica Não Real Animal– Conotação		Momento	
		Pré-teste	Pós-teste
Não Antropomórfica Não Real Animal Positiva	F	1	0
	%	7,7%	0%
Não Antropomórfica Não Real Animal Negativa	F	7	1
	%	53,8%	33,3%
Não Antropomórfica Não Real Animal Sem Conotação	F	5	2
	%	38,5%	66,7%
Total	F	13	3
	%	100%	100%

Relativamente à conotação atribuída aos desenhos efetuados com aspeto *real*, apresentados por 81,3% dos alunos no pós-teste (Quadro 109), tanto antes como depois da intervenção educativa, predomina a *conotação negativa e sem conotação*, no entanto, surgiram no pós-teste 15,4% dos alunos a atribuir *conotação positiva* (contrariando os 0% do pré-teste) e 61,5% *sem conotação*. Este facto, evidencia que os alunos que optaram por desenhar microrganismos com o aspeto mais próximo do real valorizaram a *conotação positiva e sem conotação*.

Quadro 109 – Resultados do pré teste e pós teste quanto à conotação atribuída à aparência real

Não Antropomórfica Real – Conotação		Momento	
		Pré-teste	Pós-teste
Não Antropomórfica Real Positiva	F	0	2
	%	0%	15,4%
Não Antropomórfica Real Negativa	F	2	3
	%	66,7%	23,1%
Não Antropomórfica Real sem Conotação	F	1	8
	%	33,3%	61,5%
Total	F	3	13
	%	100%	100%

6.6.3.1 Análise individual

Como pode observar-se nos Quadros 110 ao 119, todos os desenhos realizados pelos alunos englobam-se na categoria *não antropomórfico*. Dentro desta categoria verificaram-se diferenças entre o desenhado no pré-teste e no pós-teste. Assim, as principais alterações dizem respeito ao abandono da categoria *não real* (representada nos desenhos com a categoria *animal*) para a categoria *real*.

Outra alteração visível foca-se na mudança da conotação. Nos desenhos pré-teste, é frequente a *conotação negativa*, que deixa de ser evidente no pós-teste, onde predomina a ausência de conotação. Alguns alunos manifestaram, logo à partida, uma ideia aproximada ao aspeto real de um micróbio, tendo sido mantida essa ideia no pós-teste. No entanto, nesses alunos salientam-se diferenças na mudança de conotação (de negativa para positiva ou sem conotação) ou a legendagem do nome de alguns microrganismos.

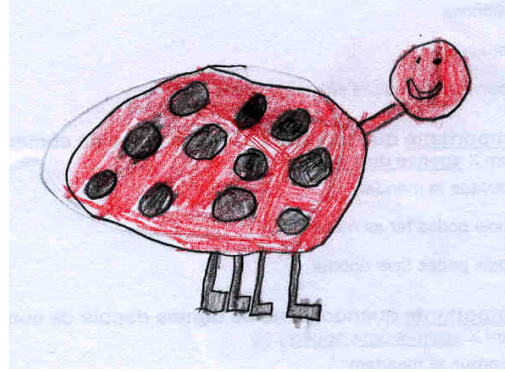
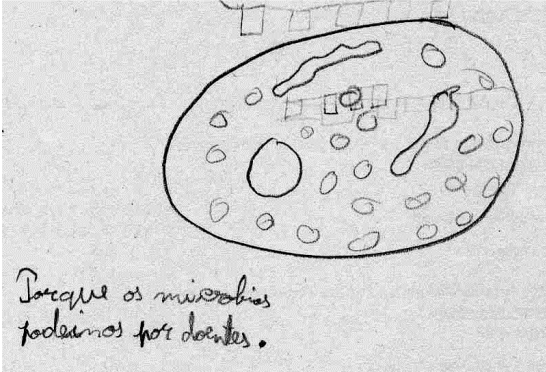
Encontraram-se, igualmente, casos em que não se verificou alteração entre o pré-teste e o pós-teste, relativamente à atribuição de conotação negativa aos micróbios, mostrando, desta forma, que esta é uma conceção alternativa bastante resistente à mudança. Seguidamente, apresentam-se as alterações observadas.

6.6.3.1.1 Alteração da concepção prévia Não Real/Animal para Real

Nos Quadros 110 a 112 apresentam-se exemplos de desenhos que evidenciam a alteração da concepção inicial associada à categoria *animal* para desenhos de micróbios semelhantes ao seu aspeto real.

Considerando as respostas do aluno 1 (Quadro 110), no pré-teste e no pós-teste, em ambos os testes, relativamente à questão 4¹⁶⁰, selecionou a opção “... *todos prejudiciais*”, o que vem confirmar a manutenção da conotação (negativa) no seu desenho após a intervenção educativa.

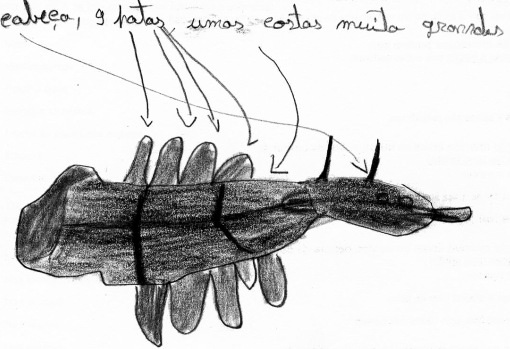
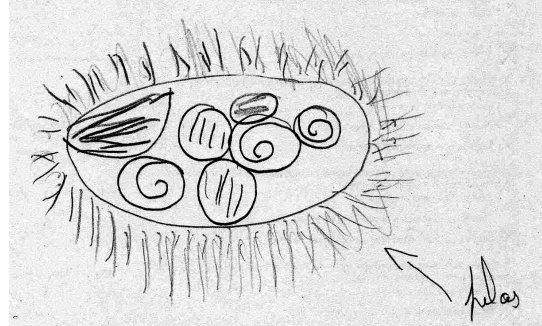
Quadro 110 – Diferenças nos desenhos entre o pré-teste e o pós-teste do aluno 1

Aluno 1 – 8 anos	
Pré-teste	Pós-teste
	
Desenho não antropomórfico, não real, animal com conotação positiva	Desenho não antropomórfico, real, com conotação negativa

A aluna 4, na questão 4 do questionário selecionou, no pré-teste, a opção “...*todos prejudiciais*” e no pós-teste “...*uns são benéficos e outros são prejudiciais*”. O abandono da concepção inicial é confirmada através do desenho elaborado no pós-teste, com se pode ver no Quadro 111.

¹⁶⁰ Questão 4, relacionada com a conotação dos micróbios. **Na tua opinião, os micróbios podem ser...** (Opções de resposta: *Todos prejudiciais; Todos benéficos; Uns são prejudiciais e outros benéficos*).

Quadro 111 - Diferenças nos desenhos entre o pré-teste e o pós-teste da aluna 4

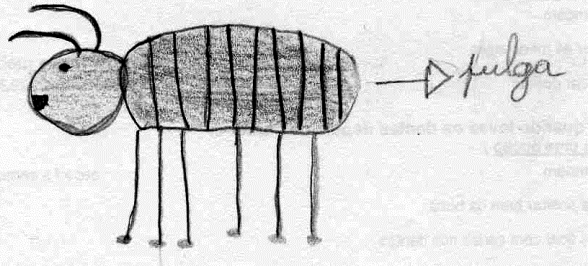

Aluna 4 – 9 anos	
Pré-teste	Pós-teste
	
Desenho não antropomórfico, não real, animal, com conotação negativa	Desenho não antropomórfico, real, sem conotação

No caso do aluno 9 (Quadro 112) pode verificar-se a mudança da concepção inicial *não real (animal)*, manifestada no pré-teste, para *real*, observada no pós-teste. O aluno deixou de associar a opção *pulga* como sendo um micróbio. Tanto no desenho do pré-teste como na seleção da resposta à questão 9¹⁶¹, o aluno faz referência a *pulga* como sendo um micróbio. No entanto, abandona esta opção, tanto no desenho como na resposta a essa questão, no pós-teste.

A manutenção da ausência de conotação, tanto no pré-teste como no pós-teste, é também apoiada pelas respostas à questão 4, em que o aluno, em ambos os testes, considera que os micróbios, “...uns são benéficos e outros prejudiciais”. Este aluno chegou, inclusivamente, a legendar os micróbios no seu desenho com nomes que, certamente, recordou da atividade experimental realizada (Atividade C).

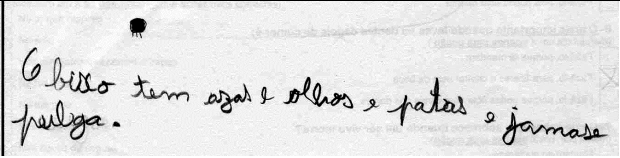
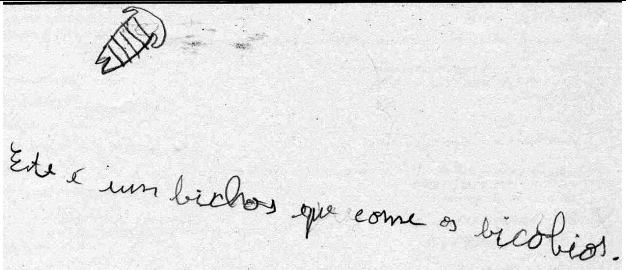
¹⁶¹ Na questão 9, perante a frase *Os micróbios podem ser....* Existem várias opções de resposta. Uma delas é *pulga*.

Quadro 112 - Diferenças nos desenhos entre o pré-teste e o pós-teste do aluno 9

Aluno 9 – 9 anos	
Pré-teste	Pós-teste
	
Desenho não antropomórfico, não real, animal, sem conotação	Desenho não antropomórfico, real, sem conotação

Além dos exemplos apresentados, salienta-se o aluno 16, com necessidades educativas especiais (NEE) (Quadro 113). É importante realçar os resultados deste aluno que inicialmente apresentava uma conceção semelhante à de alguns dos seus colegas, ou seja, *não real, animal, sem conotação*, e, no pós-teste, desenhou os micróbios como *real e conotação positiva*. A conotação positiva é identificada, na medida em que o aluno associa alguns micróbios a “comerem” outros, que poderão poluir as águas. Este aspeto foi abordado na Atividade C em que os alunos puderam observar os micróbios que normalmente se encontram nas ETAR e ajudam a despoluir a água proveniente dos esgotos antes de ser devolvida à natureza.

Quadro 113 - Diferenças nos desenhos entre o pré-teste e o pós-teste do aluno 16 (com NEE)

Aluno 16 – 9 anos	
Pré-teste	Pós-teste
	
Desenho não antropomórfico, não real, animal, sem conotação	Desenho não antropomórfico, real, com conotação positiva

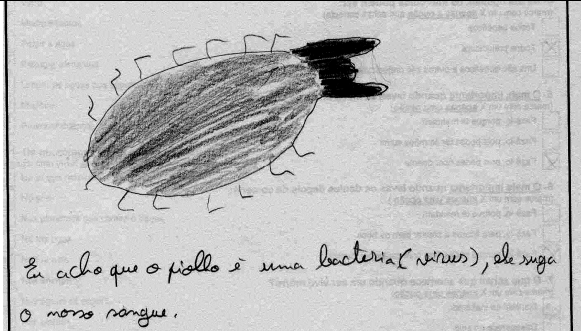
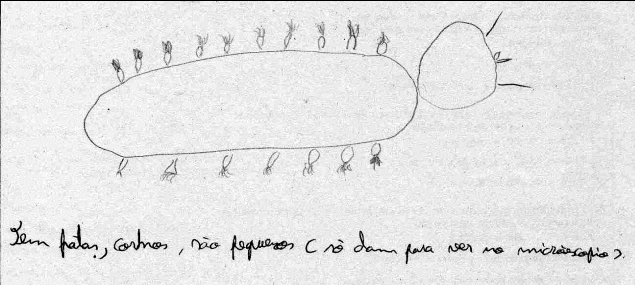
Considerando as respostas dadas pelo aluno 16 às questões 4 e 9 do questionário, verifica-se que, em relação à conotação atribuída no pré-teste, considerou os micróbios como “...*todos prejudiciais*” para passar a indicar no pós-teste “...*todos benéficos*”. A resposta a esta questão no pós-teste coincide com a conotação evidenciada no desenho.

Um aspeto a salientar relativamente à resposta da questão 9 é o facto de, apesar de o aluno ter desenhado o micróbio no pós-teste com uma aparência diferente da desenhada no pré-teste, em que lhe chamou *pulga* (conceção *animal*), a opção *pulga* é escolhida na resposta 9 em ambos os testes. Este facto evidencia alguma resistência desta concepção.

6.6.3.1.2 Ausência de alteração da concepção prévia – Manutenção da concepção alternativa

Nos Quadros de 114 a 116 apresentam-se exemplos de desenhos que representam a não ocorrência de mudança da concepção prévia, após a intervenção educativa. Verifica-se, assim, a manutenção da concepção, neste caso *não real, animal*. No entanto, em alguns casos, como no aluno 5, ocorreu mudança da conotação atribuída aos micróbios. Se para este aluno os micróbios continuam a ter um aspeto semelhante a um inseto (concepção *animal*), já em relação à conotação que lhe atribui, há alterações. No pré-teste é salientada a conotação negativa, mas, no pós-teste esta é substituída por *sem conotação*. O aluno 5 (Quadro 114), escreve na legenda que acompanha o seu desenho no pré-teste: “*eu acho que o piolho é uma bactéria (vírus), ele suga o nosso sangue...*”. Este texto evidencia, claramente, dois aspetos que são, por um lado, considerar o *piolho* como um microrganismo (concepção *animal*) e, por outro, associar o “micróbio” desenhado ao facto de ele nos *sugar o sangue*, considerando-o com conotação negativa. Já no pós-teste, os comentários relacionados com a conotação negativa desaparecem, mas o “micróbio” é desenhado com a mesma aparência *animal*.

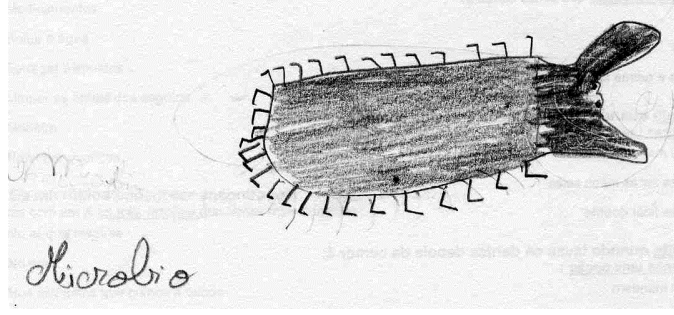
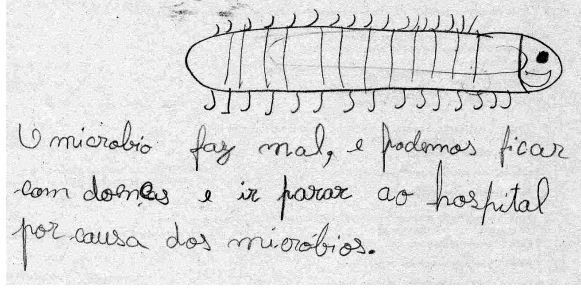
Quadro 114 - Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 5

Aluno 5 – 9 anos	
Pré-teste	Pós-teste
 <p><i>eu acho que o piolho é uma bactéria (vírus), ele suga o nosso sangue.</i></p>	 <p><i>Tem patas, cabelos, não pequenos (só dá para ver no microscópio).</i></p>
Desenho não antropomórfico, não real, animal com conotação negativa	Desenho não antropomórfico, real, sem conotação

O aluno 5 mantém, assim, a concepção *animal*, mesmo após a intervenção educativa. Por sua vez, apresenta alterações em relação à conotação atribuída. Assim, na questão 4 do pré-teste selecionou ...*Todos prejudiciais* e no pós-teste ...*uns são benéficos e outros prejudiciais*, evidenciando, desta forma, uma mudança na conotação.

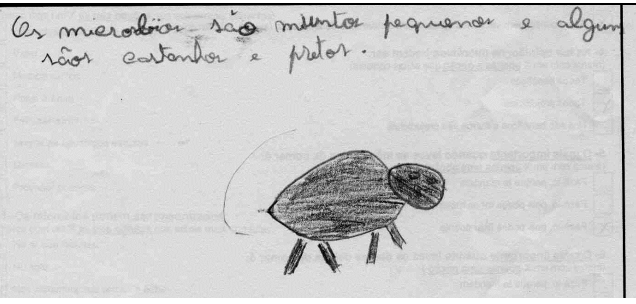
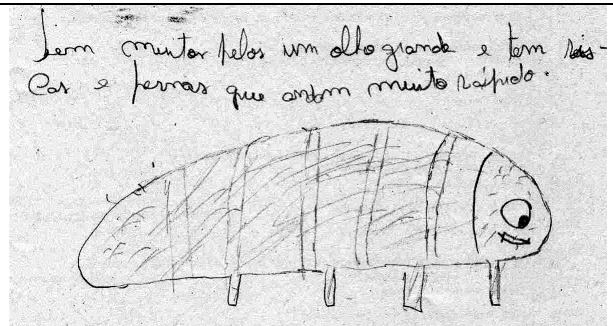
No caso do aluno 7 (Quadro 115), mantém-se a concepção *não real, animal* e no pós-teste é reforçada a conotação negativa dos micróbios: “*o micróbio faz mal, e podemos ficar com doenças e ir parar ao hospital por causa dos micróbios.*” (Aluno 7, pós-teste).

Quadro 115- Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 7

Aluno 7 – 9 anos	
Pré-teste	Pós-teste
	 <p>O micróbio faz mal, e podemos ficar com doenças e ir parar ao hospital por causa dos micróbios.</p>
Desenho não antropomórfico, não real, animal, sem conotação	Desenho não antropomórfico, não real, animal, com conotação negativa

O aluno 11 (Quadro 116) é outro exemplo da não alteração da concepção inicial (animal). Existe, no entanto, uma ligeira alteração no pré-teste, pois o desenho assemelha-se à versão miniaturizada de um animal, enquanto que no pós-teste o desenho revela a concepção de animal-inseto. Em ambos os casos os desenhos são apresentados sem conotação.

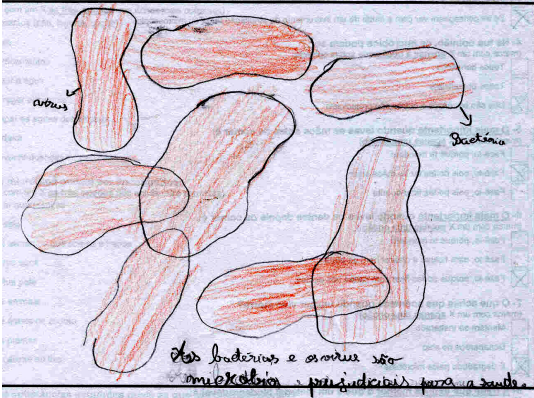
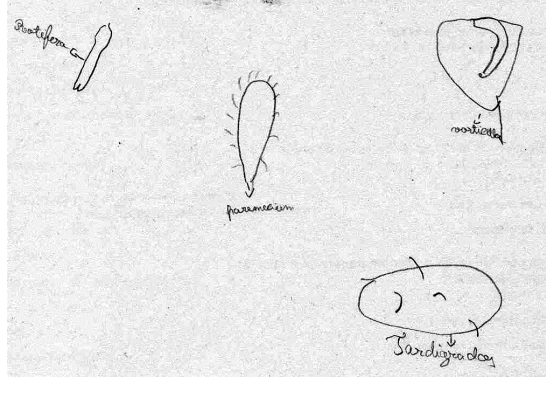
Quadro 116 - Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 11

Aluno 11 – 9 anos	
Pré-teste	Pós-teste
<p>Os micróbios são minúsculos e alguns são cantores e puros.</p> 	<p>Tem muitas pernas um algo grande e tem nariz e pernas que estão muito rápido.</p> 
Desenho não antropomórfico, não real, animal sem conotação	Desenho não antropomórfico, não real, animal, sem conotação

6.6.3.1.3 Manutenção das concepções prévias próximas das científicas

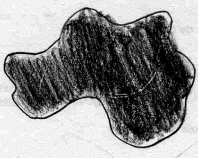
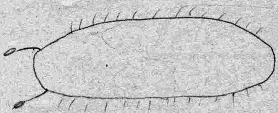
Foram encontrados resultados que evidenciam a manutenção de ideias prévias, muito aproximadas às científicas. Assim, os desenhos do pré-teste e do pós-teste apresentaram poucas diferenças. Contudo, relativamente à conotação atribuída aos micróbios registam-se diferenças. Alguns alunos (ex.: aluno 15 – Quadro 117) atribuem uma conotação negativa nos desenhos do pré-teste e não atribuem conotação no pós-teste. O aluno 15 refere no pré-teste: “As bactérias e os vírus são micróbios prejudiciais para a saúde”. No pós-teste abandona a *conotação negativa*, passando a não atribuir qualquer conotação, e apresenta os micróbios com um aspeto próximo do real, legendando-os, inclusive, com os nomes respetivos que aprendeu na atividade C.

Quadro 117 - Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 15

Aluno 15 – 8 anos	
Pré-teste	Pós-teste
	
Desenho não antropomórfico, real, com conotação negativa	Desenho não antropomórfico, real, sem conotação

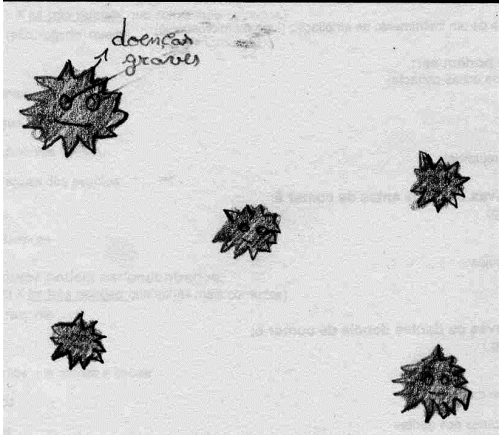
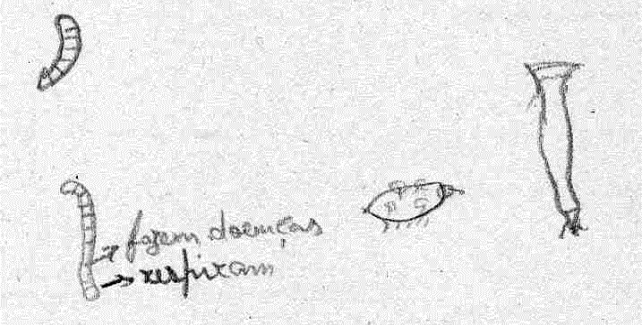
No caso do aluno 6 (Quadro 118), no pré-teste não evidencia qualquer tipo de conotação, no entanto, no pós-teste surge a conotação positiva através da legenda: “Os micróbios são pequenos, uns são perigosos, outros bons e ajudam os humanos...” (aluno 6, pós-teste).

Quadro 118- Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 6

Aluno 6 – 9 anos	
Pré-teste	Pós-teste
 <p>Eu penso que alguns microbios são assim.</p>	 <p>Os microbios são feios, uns são pequenos outros bons e ajudam o humanos e outros são mais rápidos do que outros.</p>
Desenho não antropomórfico, real, sem conotação	Desenho não antropomórfico, real, conotação positiva

Noutros casos, como, por exemplo, o aluno 8 (Quadro 119), desenharam os micróbios próximos da sua imagem real, tanto no pré-teste como no pós-teste, no entanto, atribuem conotação negativa em ambos os momentos. Ou seja, reconhecem o seu aspeto próximo do real mas enfatizam a conotação negativa.

Quadro 119 - Desenhos pré-teste e pós-teste do aluno 8

Aluno 8 – 9 anos	
Pré-teste	Pós-teste
 <p>doenças graves</p>	 <p>fazem doenças → respiram</p>
Desenho não antropomórfico, real, conotação negativa	Desenho não antropomórfico, real, conotação negativa

6.6.4 Análise e discussão dos registos dos alunos nos protocolos experimentais

Os alunos, desenvolveram o trabalho em grupo e seguiram as indicações dos protocolos distribuídos no início das atividades, realizando previsões, fazendo observações e registos. Apresenta-se de seguida a análise e discussão das respostas dos alunos às questões dos protocolos experimentais das atividades realizadas.

6.6.4.1 Atividade A1 - Identificação da levedura como ser vivo e constituinte do fermento de padeiro

A aula iniciou com a questão: *vocês já ouviram falar do fermento de padeiro?* Ouvidos os alunos, verificou-se que o termo não era desconhecido para alguns. No entanto, apesar das respostas evidenciarem que conheciam o nome, nenhum aluno associou o fermento de padeiro à levedura. Esse foi referenciado como mais um dos ingredientes no processo de fabrico do pão. Depois de fornecer aos alunos exemplares de levedura foi questionado o facto de poderem ser seres vivos. Na tentativa de associar a levedura a um ser vivo foram abordados comportamentos típicos que os seres vivos devem ter, nomeadamente a alimentação, a reprodução e a respiração. Na discussão gerada chegou-se à conclusão de que se a levedura respirar e libertar dióxido de carbono, poderá considerar-se um ser vivo. Aproveitando este momento avançou-se para a execução da atividade para verificar se as leveduras são ou não seres vivos.

Foi distribuído o protocolo experimental e leu-se a questão problema associada: *Há vida no fermento de padeiro?*

Os alunos iniciaram a atividade seguindo as indicações do protocolo. Na questão 2 as crianças foram convidadas a fazer previsões acerca do que achariam que iria acontecer se colocassem dentro de um frasco água, açúcar e levedura. Apresentam-se a seguir algumas das suas previsões:

- *Penso que o balão começava a encher (aluno G3);*
- *Eu penso que o balão vai encher sozinho (aluno G3);*
- *Eu penso que se colocar um balão na boca de um frasco com água, açúcar e fermento de padeiro, enche o balão (aluno G2);*
- *Eu acho que se colocar um balão na boca de um frasco com água açúcar e fermento pode acontecer um bolo (aluno G2);*
- *Eu penso que a água, o fermento de padeiro e o açúcar se vão juntar (aluno G2);*
- *Eu penso que dentro do frasco o fermento vai crescer e o balão rebentar (aluno G1);*
- *Acho que o balão vai encher um bocadinho (aluno G4);*

- Penso que o balão vai subir (aluno G4);
- A quantidade de água vai subir e o balão vai ficar cheio (aluno G4).

Algumas previsões dos alunos apontaram para um possível “enchimento do balão”, embora não justificando a causa, ou atribuindo-a à água. Outros, simplesmente referiram que as substâncias se vão misturar. Nenhum aluno atribuiu à levedura a causa do “enchimento” do balão.

Após a execução dos passos que levaram à preparação dos frascos (frasco A e frasco Controlo) (Figura 35), foram registando os resultados, no ponto 4, ao longo do tempo, desenhando o aspeto dos balões (Figura 36).



Figura 35 – Colocando o fermento de padeiro, a farinha e o açúcar no frasco / medindo a água com a seringa graduada para dentro do frasco

A cada 5 minutos (durante 30 minutos) foram fazendo os seus registos no protocolo, em forma de desenho (Figura 37b). Aos primeiros 5 minutos já era clara a diferença entre o balão do frasco A e do frasco Controlo. O balão do frasco A ia enchendo, enquanto que o balão do frasco B permanecia inalterado. Nesta altura as crianças começam a identificar diferenças entre os dois balões e associar a causa (levedura) a essas diferenças.

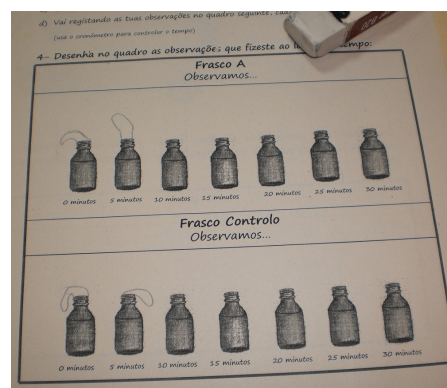


Figura 36 – Registando os resultados observados no balão do frasco A e do frasco controlo

Enquanto as crianças registavam os seus resultados, o investigador circulou pelos grupos, questionando-os acerca das possíveis explicações para o que estava a acontecer. Em relação às diferenças entre os dois balões, alguns grupos referenciaram que um dos balões estava a encher de ar (frasco A) e o outro ficava sempre na mesma (frasco Controlo). Questionados de seguida acerca das diferenças entre os dois frascos respondiam que o frasco A continha levedura e o frasco Controlo não. Associaram, desta forma, à levedura o facto de o balão do frasco A encher. Relativamente ao nome do gás libertado pela levedura, responderam que poderia ser CO₂ (dióxido de carbono), logo, concluíram que a levedura seria um ser vivo.

Paralelamente, um outro grupo de alunos atribuía ao vapor da água (que *estava quente*) a causa para o balão do frasco A encher. Questionou-se, então, se a água que estava no frasco A e no frasco Controlo era a mesma. Ao responder-se afirmativamente reagiram de imediato, reconhecendo que a sua explicação inicial não seria a adequada para explicar o resultado. O investigador voltou a este grupo, passado algum tempo, e a explicação (unânime) foi semelhante à do primeiro grupo: atribuíram as diferenças entre os balões a um gás produzido pela levedura (CO₂).

Na Figura 37a encontra-se o aspeto final dos dois frascos e um exemplar de registo dos resultados (ponto 4) (Figura 37b).



Figura 37a – Resultados após os 30 minutos

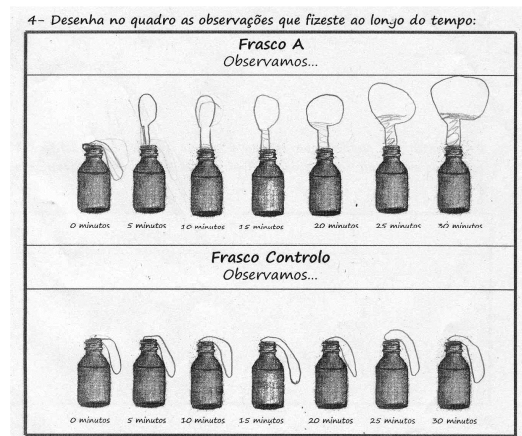


Figura 37b - Registo dos alunos

Depois de ouvidas as explicações dos alunos, por grupo, foram discutidos em plenário os resultados observados e compararam-se as previsões feitas inicialmente com esses resultados.

As previsões realizadas no início da atividade excluíaam a ação das leveduras como causa do enchimento do balão. Confrontados com os resultados, os alunos passaram a reconhecer a causa desse fenómeno às leveduras.

De seguida os alunos observaram ao microscópio uma gota do frasco A e desenharam as leveduras no ponto 5 do protocolo (Figura 38). Pretendia-se com esta etapa da atividade que as crianças visualizassem o microrganismo responsável pela produção de CO₂.



Figura 38- Observação das leveduras do frasco A ao microscópio / Exemplo de registo dos alunos

Responderam de seguida à secção *Verificamos que...* fazendo uma síntese do que encontraram e observaram durante a atividade. A reflexão foi feita em grupo e depois discutida em plenário. Apresentam-se de seguida alguns exemplos de respostas a esta secção:

- *Como o fermento de padeiro é um ser vivo, respira e faz encher o balão e a espuma subiu ao balão, o frasco controlo como não tinha um ser vivo não respirava e não enchia o balão (aluno G3);*
- *O balão do frasco A encheu-se porque tem lá tem fermento de padeiro e o balão do frasco de controlo não encheu porque não tem fermento de padeiro. Quando observei ao microscópio pareciam que estavam quietas [as leveduras] mas depois é que soube que estavam mesmo quietas. Eram milhões e milhões de bolinhas (aluno G1);*
- *Eu verifiquei que nós deitamos água com açúcar e não aconteceu nada porque não tem seres vivos. O frasco A ficou com uma grande bola [balão] porque tem seres vivos e fez espuma. Verificamos que tinha muitas pintinhas e eram um pouco redondas [as leveduras] (aluno G2);*
- *Verificamos que o fermento provoca gases (dióxido de carbono). Observamos que o fermento tem vida (aluno G4).*

Analisando estas respostas verifica-se que os alunos associam o “enchimento” do balão à presença da levedura dentro do frasco A. Consideram que, a levedura, como ser vivo que é, liberta CO₂ que, sendo um gás, vai fazer com que o balão encha. O facto dos alunos terem observado as leveduras ao microscópio, logo após terem verificado os resultados no frasco A, veio “dar corpo” aos organismos responsáveis pelo processo, transportando-os do nível de invisibilidade, para algo “real”, observável.

Por fim, responderam à questão problema. Primeiro em grupo e depois em plenário. A seguir registam-se algumas das respostas dos alunos à questão problema inicial - *Há vida no fermento de padeiro?*

- *Sim. Porque o frasco que tinha levedura o balão encheu e o frasco que não tinha levedura não encheu porque não havia nenhum ser vivo a respirar (aluno G3);*

- *Sim. Há vida porque no frasco A o balão encheu e no controlo o balão não encheu porque não tinha levedura e o frasco A tinha levedura. As leveduras como respiram fizeram encher o balão (aluno G1);*

- *Sim, há vida no fermento de padeiro. Porque no frasco A levava levedura e no frasco controlo não levava levedura. A levedura libertava dióxido de carbono e isso fez encher o balão (aluno G4);*

- *No fermento de padeiro há vida porque no frasco controlo a razão por o balão não encher é que faltava o fermento de padeiro (levedura) que tem seres vivos, como a levedura respirou, ela libertou dióxido de carbono e o dióxido de carbono subiu, subiu até que foi para o balão (aluno G2);*

- *No fermento de padeiro há vida porque no frasco A o balão encheu e no frasco controlo não encheu porque o açúcar não é um ser vivo e no frasco A a levedura respirou e libertou gás e fez encher o balão (aluno G2).*

As respostas dos alunos apontam para o reconhecimento de que as leveduras são seres vivos pois apresentam atividade biológica, identificada, neste caso, com a libertação de CO₂. Esse fenómeno é referido pelos alunos como o responsável pelo aumento do volume do balão.

Discutiram-se as respostas à questão problema e, em jeito de conclusão, registou-se que, de facto, existe vida no fermento de padeiro. As leveduras são seres vivos microscópicos (microrganismos) que constituem o fermento de padeiro. Elas libertam dióxido de carbono, tal como nós. Vistas ao microscópio elas têm um aspeto redondo e aparecem umas maiores e outras mais pequenas.

Após esta conclusão, a discussão acerca das leveduras continuou. O investigador salieitou o facto de elas não pertencerem ao reino dos animais nem ao das plantas, fazendo parte de um outro reino que iram estudar mais tarde - os fungos.

Nota à Atividade A1: durante o teste da atividade deste protocolo considerou-se 30 minutos o tempo necessário para se registarem as alterações no balão do frasco A. No entanto, dada a elevada temperatura na sala de aula (cerca de 28°C) foram obtidos resultados mais rapidamente do que o previsto, tendo sido, inclusivamente, dispensado o uso da iogurteira como fonte de calor. Aos 20 minutos já tinham as observações todas registadas, havendo uma estabilização dos resultados observados. Como no protocolo estava previsto fazerem observações até aos 30 minutos, este procedimento foi aplicado. No entanto, reconhece-se que a partir dos 20 minutos começou a sentir-se alguma agitação por parte dos alunos devido ao facto de os resultados não terem alterado significativamente. Assim, pode considerar-se que nesta atividade, sendo realizada numa altura do ano em que a temperatura é mais elevada (ex.: verão), o protocolo poderá ser alterado para um tempo de observação de 20 minutos, em vez dos 30 minutos inicialmente previstos.

6.6.4.2 Atividade A2 – A levedura como microrganismo usado na produção de alimentos (pão)

A aula iniciou com um breve resumo do tema abordado na aula anterior. Voltou-se a discutir o facto das leveduras serem seres vivos, micróbios, que produzem dióxido de carbono (características lembradas por alguns alunos). Questionaram-se as crianças para saber se alguma vez tinham assistido à produção de pão. Verificou-se que algumas já tinham presenciado o processo e explicaram sucintamente à turma as fases que o constituem. Após o investigador ter escrito os ingredientes no quadro, à medida que as crianças os iam referenciando, salientou-se um deles - a levedura, já observada na atividade anterior.

Questionou-se, então, acerca da razão pela qual os padeiros usam as leveduras na massa para fazer pão. Poucos responderam, mas dois alunos referiram que “*se calhar é para a massa crescer*”. Contudo, não ficou claro se essa resposta estava relacionada com o conhecimento adquirido na atividade anterior ou se o terão ouvido da pessoa que viram fazer o pão.

Nesta altura distribuiu-se às crianças pedaços de pão fresco para que visualizassem e sentissem a sua textura. Pediu-se-lhes que descrevessem o que viam, sendo que as respostas unânimes foram “*tem buracos*” e “*é fofo*”.

Iniciou-se a atividade experimental para tentar dar resposta a algumas das questões levantadas durante a discussão, uma delas, a origem da textura característica do pão. A questão problema inicial deste protocolo era: *Os micróbios podem fazer pão?*

Antes de iniciarem a atividade, as crianças foram convidadas a fazer uma previsão do que aconteceria se colocassem num frasco de vidro, uma mistura de água, farinha, açúcar e fermento de padeiro. Encontram-se de seguida algumas das previsões realizadas pelas crianças:

- *Eu acho que os ingredientes todos que se vão juntar e transformar-se em massa. (aluno G2);*
- *Se nós juntarmos tudo aquilo que está escrito forma uma massa pegajosa que é para o pão se formar (aluno G2);*
- *Eu acho que se juntarmos água morna, farinha, açúcar e fermento de padeiro vai-se formar a massa do pão (aluno G1);*
- *Penso que aquela mistura vai ficar com espuma (aluno G4);*
- *Eu acho que o copo pode encher (aluno G1);*
- *Eu penso que vai ficar em massa e a massa cresce (aluno G3).*

Das previsões apresentadas, apenas as duas últimas referem o facto da massa *poder crescer*. Todas as outras associam o processo à ocorrência de uma “mistura” dos ingredientes.

Seguiram-se os passos do procedimento (Figura 39) e no ponto 4 foram convidados a registar as medições efetuadas¹⁶² (crescimentos da massa/tempo) (Figura 40a).



Figura 39 – Mistura dos ingredientes no prato / Massa pronta na iogurteira

Após o registo dos 10 minutos, o investigador questionou os vários grupos acerca dos resultados que iam registando. As respostas indicaram que os alunos utilizaram o

¹⁶² Os alunos seguiram os procedimentos do protocolo com o principal objetivo de realizar a medição do “crescimento” da massa dentro dos frascos de vidro ao longo do tempo, e no ponto 4 registaram os resultados (milímetros de 5 em 5 minutos, dos 0 aos 30 minutos) (Foto 40a).

conhecimento adquirido da atividade anterior. O facto de saberem que as leveduras produzem CO_2 levaram alguns alunos a associar o crescimento da massa ao aumento da presença de CO_2 no seu interior.

Solicitou-se às crianças que usassem os registos das observações realizadas na tabela do ponto 4 para a construção de um gráfico no ponto 5 (Foto 40b).



Figura 40a – Registo das observações no protocolo

5- Regista no gráfico seguinte as observações que anotaste no ponto 4.

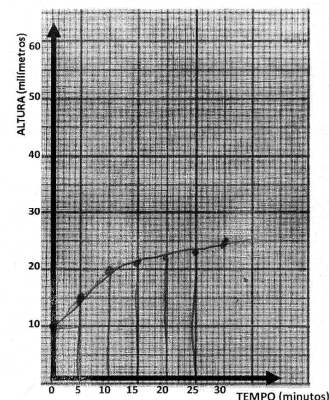


Figura 40b- Conversão dos registos das observações num gráfico.

Utilizando o quadro da sala de aula explicou-se como poderiam fazer esse registo. Recorrendo aleatoriamente aos resultados de um grupo, e usando um sistema de eixos desenhado no quadro, com as ordens de grandeza semelhantes às constantes no gráfico do ponto 5, o investigador exemplificou o registo dos 0 e 5 minutos. Os restantes momentos de registo foram preenchidos recorrendo à ajuda dos alunos. No fim do registo de todos os valores no gráfico, os pontos foram unidos, formando uma linha que, de acordo com os resultados, se mostrou ascendente. Os alunos perceberam de imediato que a linha ascendente significava que a massa tinha crescido¹⁶³.

Depois de ouvidos os alunos grupo a grupo, passou-se à discussão dos resultados em plenário. Apresentam-se alguns exemplos de respostas dadas na secção *Verificámos que...*

- *Nós verificamos que a massa, quando nós pusemos na iogurteira, como a levedura é um ser vivo, a levedura soltou ar (dióxido de carbono) e a massa subiu enquanto que os minutos passavam (aluno G2);*

¹⁶³ Para verificar se as crianças tinham compreendido a leitura do gráfico, desenharam-se mais dois gráficos no quadro, independentemente dos resultados da atividade. Um em que a curva indicava sempre o mesmo valor de crescimento da massa, à qual responderam que se assim fosse, significava que *a massa não tinha crescido*. Outro em que a curva apresentava o mesmo valor e, após 10 minutos, tornava-se descendente. Responderam que se assim fosse, quereria dizer que *a massa primeiro mantinha-se igual (sem crescimento) mas depois ficava mais pequena*, ou seja, decrescia no frasco. Este tipo de resposta manifestava um entendimento relativamente à leitura do gráfico.

- Verificamos que a massa do pão foi subindo ao longo do tempo (aluno G4);
- Verificamos que a massa do pão cresceu porque a levedura ao libertar dióxido de carbono a massa do pão cresceu (aluno G3);
- Verificamos que o fermento de padeiro (levedura) fez crescer a massa do pão, porque os seres vivos libertam dióxido de carbono (aluno G3).
- Verificamos que a massa ao longo do tempo cresceu porque o fermento de padeiro respirou dióxido de carbono que ficou dentro da massa e fez que ela [massa] crescesse (aluno G1).

Mostrando unanimidade nas opiniões, os alunos chegaram à conclusão que o facto da levedura ser um ser vivo que produz dióxido de carbono, vai fazer com que a massa do pão fique com esse gás armazenado no seu interior provocando o crescimento da massa. Assim, pode afirmar-se que as leveduras são micróbios que ajudam a fazer o pão.

Escreveu-se finalmente a resposta à questão problema: *Os micróbios podem fazer pão?* Apresentam-se alguns exemplos de respostas dadas pelos grupos:

- *Os micróbios podem fazer pão porque a levedura são micróbios (aluno G2; aluno G3);*
- *Sim. Porque a levedura é um micróbio (ser vivo) (aluno G1);*
- *Sim, porque a levedura liberta dióxido de carbono e isso faz subir a massa do pão (aluno G4).*

Ouidas e discutidas as respostas dos grupos e em plenário, chegou-se a uma resposta unânime: *Sim, os micróbios podem fazer pão. A levedura é um micróbio e ajuda a fazer o pão!* A seguir os alunos foram questionados acerca da existência de micróbios “bons”. Responderam que *a levedura é um micróbio bom porque ajuda a fazer o pão que comemos.*

6.6.4.3 Atividade B1 - A presença de microrganismos na boca e a eficácia da higiene oral no controlo desses microrganismos

A aula iniciou-se com a questão: *já ouviram falar de cáries dentárias?* Todos manifestaram terem ouvido falar acerca do assunto, no entanto, quando questionados relativamente à sua causa, apresentaram alguma confusão. Verificou-se que desconheciam a verdadeira causa do aparecimento das cáries dentárias. Os alunos não atribuíram aos “micróbios” a sua causa, sendo a sua origem apontada para o tipo de alimento/comportamento alimentar (consumo de alimentos ricos em açúcar como “bolos”, “doces” ou “chocolates”).

Questionou-se os alunos relativamente à natureza da placa dentária e grande parte identificou-a como sendo uma substância constituída por restos de comida que ficam

agarrados aos dentes. Quando abordada a possibilidade da existência de micróbios na placa dentária, verificou-se alguma resistência a esta ideia e, nomeadamente, alguns alunos manifestaram alguma incredulidade. Para os alunos, ter micróbios na boca é algo que não é de todo natural. No entanto, houve dois que concordaram com essa hipótese. Sugeriu-se, então, que a realização de uma experiência para provar esse facto. Quando questionadas acerca de como poderiam saber se existiam micróbios na placa dentária (na boca), os alunos identificaram o microscópio como um instrumento que permitiria observar essa possibilidade, revelando, deste modo, que compreenderam a importância e a função do instrumento, utilizado na atividade inicial (A0).

O protocolo relativo a esta atividade apresenta duas questões–problema, abordadas em dois momentos diferentes. A primeira está relacionada com a deteção de micróbios nos dentes: *Os teus dentes têm micróbios?!?!*

Os alunos registaram as suas previsões acerca do que achavam que iriam encontrar se observassem uma amostra de placa dentária ao microscópio. Apresentam-se exemplos de previsões efetuadas por alguns alunos:

- *Uma massa branca que cheira mal (aluno G4);*
- *Penso que observaria um risco branco com bolinhas muito pequeninas (aluno G1);*
- *Observaria alguns micróbios da placa dentária (aluno G4);*
- *Eu penso que observaria micróbios a roer a placa dentária (aluno G2);*
- *Eu acho que os meus dentes têm micróbios e a placa dentária teria lá micróbios (aluno G3).*

Curiosamente, em grande parte das previsões das crianças, os micróbios são incluídos na placa dentária. Algumas chegam a referi-los como “*bolinhas muito pequeninas*”, possivelmente relembrando a imagem que retiveram da observação das leveduras. Outros, ao afirmarem que iriam observar micróbios “*a roer a placa dentária*” atribuíram características animais aos micróbios.

Após o registo das suas previsões os alunos avançaram para a realização da experiência, seguindo as indicações do protocolo. Com a ajuda dos professores retirou-se uma amostra de placa dentária a um aluno de cada grupo (Figura 41a) e efetuou-se a fixação e coloração das lâminas para observação ao microscópio (Figura 41b)¹⁶⁴.

¹⁶⁴ Todos os alunos de cada grupo participaram na realização da montagem da preparação: desde a colocação da placa bacteriana na lâmina, contagem de tempo de atuação do azul de metileno, lavagem do excesso de corante após a coloração. O único passo realizado pelos professores foi a fixação da lâmina à chama da lamparina para garantir a segurança dos alunos. Todas as etapas foram realizadas com êxito pelos alunos, mostrando destreza e cuidado na sua execução. Houve alguma dificuldade no início em determinar quem fazia o quê, pois todos queriam fazer tudo, tal era o entusiasmo, mas, rapidamente, foi negociada a distribuição de tarefas em cada grupo. Durante o processo de fixação e coloração, os alunos foram informados que aquele procedimento serviria para “agarrar” a placa bacteriana à lâmina e a coloração serviria para permitir a observação ao microscópio, dado a maior parte dos constituintes da placa bacteriana serem quase transparentes



Figura 41a- Recolha da placa dentária



Figura 41b- Coloração da preparação com azul de metileno

Alguns alunos observavam com curiosidade as preparações (Figura 42a), ao mesmo tempo que lhes ia sendo explicado que poderiam observar umas bolinhas e uns riscos muito pequenos, além dos restos de comida. Alguns questionaram, admirados, se o que estavam a observar eram micróbios. Foram confirmadas as suas suspeitas, pelo que referiam várias vezes, com ar incrédulo, que possuíamos micróbios nos dentes.

Os alunos fizeram as suas observações e desenharam o que observavam no protocolo (Figura 42b). Ao microscópio eram visíveis os restos de comida e, misturados, alguns exemplares de bactérias. Explicou-se, recorrendo ao quadro da sala de aula, que estavam a observar bactérias de dois tipos, *cocos* e *bacilos*. As que pareciam bolas eram os cocos e as que pareciam riscos ou bastões eram os bacilos.



Figura 42a- Observação da placa dentária ao microscópio



Figura 42b- Registo dos alunos

ou terem uma cor muito esbatida. Após a montagem e coloração das preparações estas foram observadas ao microscópio na objetiva de imersão (100x).

Continuaram a atividade, respondendo à questão do protocolo *Verificamos que...* onde descreveram o que observaram. Apresentam-se alguns exemplos:

- *Verificamos que os dentes têm restos de comida e bactérias e as bactérias têm a forma de um fio e de uma bola. As bolas chamam-se cocos e os fios chamam-se bacilos (aluno G4);*
- *Verificamos que a placa dentária é constituída por bactérias e restos de comida (aluno G1 e G3);*
- *Na placa dentária há bactérias que são os cocos e os bacilos (aluno, G2).*

As respostas evidenciam que os alunos passaram a reconhecer a presença de bactérias nos dentes, mais propriamente na placa dentária. Além disso, manifestaram adquirir vocabulário relacionado com o tema quando associaram os termos *cocos* ou *bacilos* às bactérias. Após esta abordagem voltou a questionar-se os alunos acerca da causa das cáries nos dentes. Muitos associaram de imediato as bactérias da placa dentária ao aparecimento das cáries.

Passou-se de seguida à resposta à questão-problema inicial: *Os teus dentes têm micróbios?!?*. Apresentam-se de seguida algumas as respostas:

- *Sim. Os dentes têm micróbios (as bactérias) (aluno G2);*
- *Sim. Existem micróbios na placa dentária (aluno G4);*
- *Sim. Existem micróbios nos dentes (aluno G3 e G1).*

Pela análise às respostas dadas, verifica-se que os alunos passaram a reconhecer a presença de bactérias nos dentes/placa dentária.

A segunda questão-problema associada a este protocolo estava relacionada com a eficácia do ato de lavar os dentes¹⁶⁵.

Para abordar este conteúdo, recorreu-se à exploração de um conjunto de imagens isoladas, representando um dente em várias fases do desenvolvimento de uma cárie. Os desenhos foram afixados no quadro, de modo desordenado.

Em discussão com os alunos abordou-se a ação das bactérias no desenvolvimento de uma cárie e os desenhos foram sendo ordenados, segundo a ordem de ocorrência do fenómeno, iniciando no dente aparentemente saudável até ao limite de um dente completamente cariado. Entretanto, os alunos foram questionados acerca de como é que podemos evitar o processo de formação de uma cárie (representado no quadro). A lavagem dos dentes foi identificada pelos alunos como um modo de evitar o aparecimento

¹⁶⁵ Apesar de se apresentarem duas atividades diferentes em dois momentos diferentes, a junção das duas questões problema, no mesmo protocolo, torna-se pertinente, dada a complementaridade entre os temas e as atividades. Primeiro mostra-se aos alunos que temos, de facto, micróbios na boca e, de seguida, comprova-se a eficácia do ato de lavar os dentes.

desse problema, tendo, inclusive, havido alunos que referiram que *se lavarmos os dentes retiramos a placa dentária e assim as bactérias já não provocam as cáries*.

Neste momento, discutiu-se o facto de todos nós termos bactérias nos dentes junto com restos de comida. Se não tivermos o hábito de lavar os dentes depois das refeições, esses restos vão-se acumular e as bactérias vão usá-los como “alimento” para se multiplicarem. Quando essas bactérias estão em excesso podem provocar cáries, pois produzem ácidos que vão corroendo os dentes podendo originar buracos ou cavidades.

Levantou-se então uma segunda questão-problema, na continuidade do protocolo: *Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?*

As respostas foram surgindo, mas todas apontavam para o facto de *como no final das refeições ficamos com restos de comida nos dentes, os micróbios vão-se desenvolver e podem provocar cáries*. Se lavarmos os dentes vamos retirar grande parte desses restos de comida da boca e assim os micróbios já não se desenvolvem com facilidade.

Para comprovar este facto foi proposta uma outra atividade. Desta vez envolvendo a lavagem dos dentes. Para o desenvolvimento da atividade foram usadas placas de petri¹⁶⁶ com meio de cultura¹⁶⁷ (Figura 43a) para contaminação com os micróbios dos dentes.

Feita a recolha, usando um palito esterilizado e passando o palito na placa de petri, contaminando o meio (Figura 43b). Fechou-se de imediato a placa e forneceu-se uma escova e pasta de dentes ao mesmo aluno, para que este fosse lavar os dentes.

¹⁶⁶ Foram distribuídas duas placas de petri com meio de cultura, por cada grupo. Seguidamente, foram identificadas com o número do grupo e com a indicação “antes de lavar os dentes” e “depois de lavar os dentes”, respetivamente. Em cada grupo escolheu-se um voluntário para fazer a recolha da placa dentária.

¹⁶⁷ Foram-lhes mostradas as placas de petri com meio de cultura. Como as crianças desconheciam do que se tratava, foi-lhes explicada que aquela massa de cor amarelada, que parecia gelatina, era meio de cultura, que contém alimento para as bactérias. Se as bactérias entrarem em contacto com esse meio de cultura vão alimentar-se dele e vão multiplicar-se até formarem milhões de bactérias, agrupadas em colónias de bactérias. Para isso só seria necessário colocar as bactérias no meio de cultura.

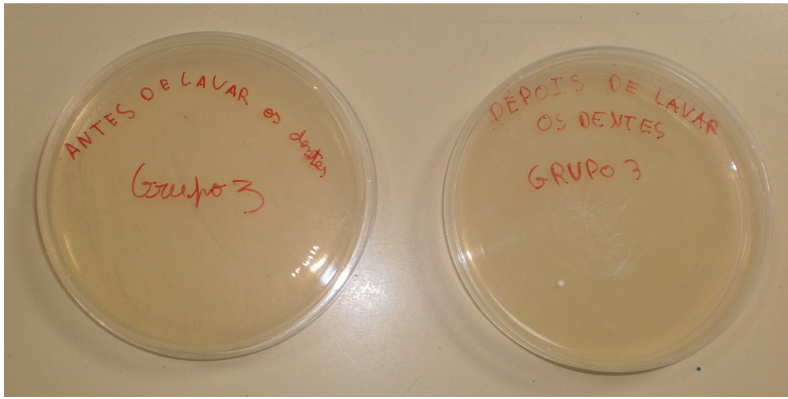


Figura 43a- Identificação das placas “antes de lavar os dentes” e “depois de lavar os dentes”.



Figura 43b - Manipulação das placas com meio de cultura pelos alunos.

Após terem lavado os dentes voltou-se a repetir o processo de contaminação da placa (Figura 44a e 44b).



Figura 44a – Lavagem dos dentes antes da contaminação da placa de petri.



Figura 44b - Recolha de placa dentária após lavagem dos dentes.

As placas foram colocadas no parapeito da janela da sala de aula¹⁶⁸. Foi explicado aos alunos que teriam de esperar que as bactérias se multiplicassem e isso demoraria, pelo menos, dois dias até se verem resultados¹⁶⁹. Apenas nessa altura responderiam às

¹⁶⁸ Um local com temperatura adequada para a multiplicação bacteriana. Neste caso, dado o calor que se fazia sentir na altura do ano em que foi realizada a atividade, bastou deixar as placas no parapeito de janela da sala de aula. Numa outra situação em que a temperatura seja mais baixa aconselha-se o uso de um dispositivo produtor de calor, ex.: uma estufa, ou, caso não haja acesso a um aparelho tão específico, uma iogurteira.

¹⁶⁹ A análise da contaminação de placas parte do princípio de que, sendo colocado o microrganismo num meio nutritivo e com condições de temperatura adequadas, este vai-se multiplicar milhões de vezes até se formarem colónias de indivíduos, visíveis a olho nu (tal é o número elevado de microrganismos que as constituem). Sendo as colónias visíveis podemos contá-las sem o auxílio de qualquer aparelho específico. A noção de contaminação é aqui vista tendo em conta que cada colónia resulta de multiplicações sucessivas iniciadas por um único indivíduo. Teoricamente, se temos uma placa com 10 colónias,

questões que tinham ficado pendentes no protocolo e concluiriam a atividade. Foi solicitado aos alunos que não observassem as placas até à próxima vez que o investigador regressasse à sala de aula.

Contudo, alguns alunos verbalizaram as suas previsões. A maior parte manifestava a opinião de que na placa “antes de lavar os dentes” iriam aparecer mais colónias de bactérias.

Passados dois dias, as placas foram recolhidas do parapeito da janela e distribuídas pelos grupos¹⁷⁰. Observaram-nas (Figura 45) durante alguns minutos e surgiram as primeiras reações. Começaram a contar as colónias de bactérias em cada placa e a comparar resultados entre os grupos. De salientar que muitos alunos usaram o termo “colónia” quando se referiam às manchas nas placas, demonstrando terem adquirido vocábulo para explicar os seus resultados.



Figura 45- Observação das placas contaminadas / Registo da contagem de colónias no protocolo

Depois dos alunos observarem com mais atenção as suas placas e desenharem os seus resultados no protocolo (Figura 46), percorreu-se a sala de aula, questionando-os relativamente ao número de colónias em cada placa. Todos responderam que a placa “antes de lavar os dentes” apresentava mais bactérias que a placa “depois de lavar os dentes” (Figura 47).

presume-se que existiam inicialmente 10 bactérias (ou leveduras) que contaminaram o meio e que cada uma delas se multiplicou dando origem a uma colónia visível.

¹⁷⁰ Era grande a expectativa em relação ao que estaria nas placas. Antes de serem fornecidas as placas os alunos foram informados, por questões de segurança, que não deveriam abri-las. Deveriam apenas observar os resultados através da placa. Foi-lhes dito que o investigador poderia abrir as placas para eles verem melhor. Foi-lhes reforçado que este seria o procedimento devido ao facto de não se saber o tipo de bactérias que cresceram nas placas. Podem estar bactérias “boas” mas também outras “más”. Por isso deve ter-se muito cuidado a manusear as placas.

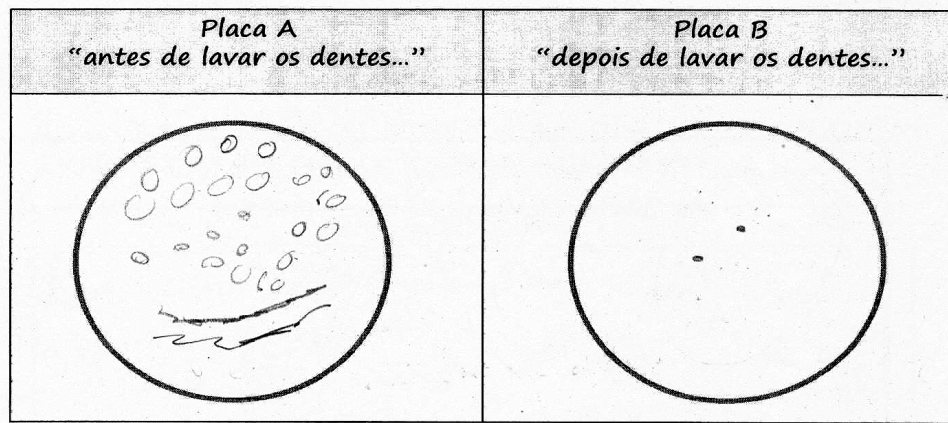


Figura 46 – Registos dos alunos acerca da análise das placas contaminadas

Quando questionados acerca desse resultado os alunos reconheceram que a placa "antes de lavar os dentes", por ter mais colónias de bactérias, estava mais contaminada.

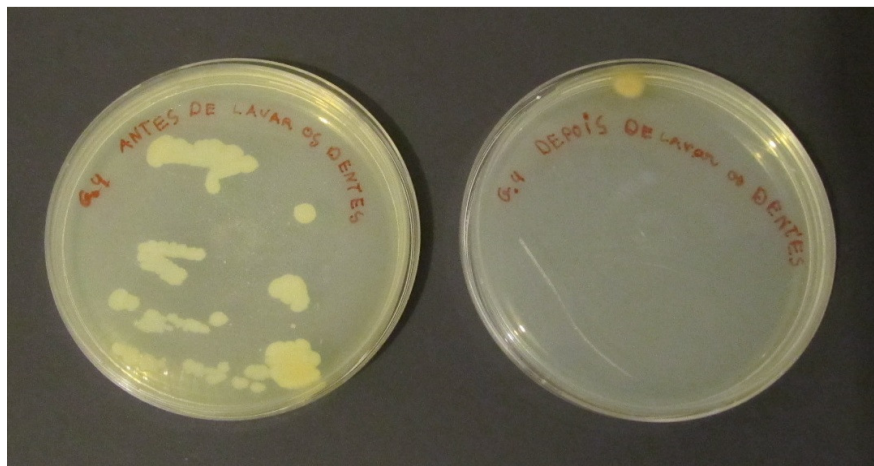


Figura 47- Aspeto das placas contaminadas antes e depois de lavar os dentes

Entretanto surgiu um grupo intrigado com o seu resultado. Neste grupo a placa "depois de lavar os dentes" tinha mais colónias que a placa "antes de lavar os dentes"... Não entendiam o seu resultado, diferente do obtido pelos restantes colegas (Figura 48). Pediu-se para que refletissem sobre a causa provável para o que tinha acontecido. As explicações encontradas caíram numa possível falha: na técnica de lavar os dentes por parte da colega que, indignada, referiu tê-los lavado corretamente. Foram avançadas pelo investigador duas possibilidades do que poderia ter ocorrido. Ao escovar os dentes a colega poderia ter arrastado com a escova um pedaço de placa dentária que se encontrava mais atrás e esse pedaço ter sido "apanhado" pelo palito e contaminado a placa. Outra explicação poderia ter sido, enquanto estavam a contaminar a placa com o palito, terem

deixado a placa de petri demasiado tempo aberta, tendo esta sido contaminada por outros micróbios do exterior da placa (que não dos dentes), por exemplo do ar.

Todos os alunos do grupo consideraram plausíveis as explicações apresentadas¹⁷¹ pelo investigador.

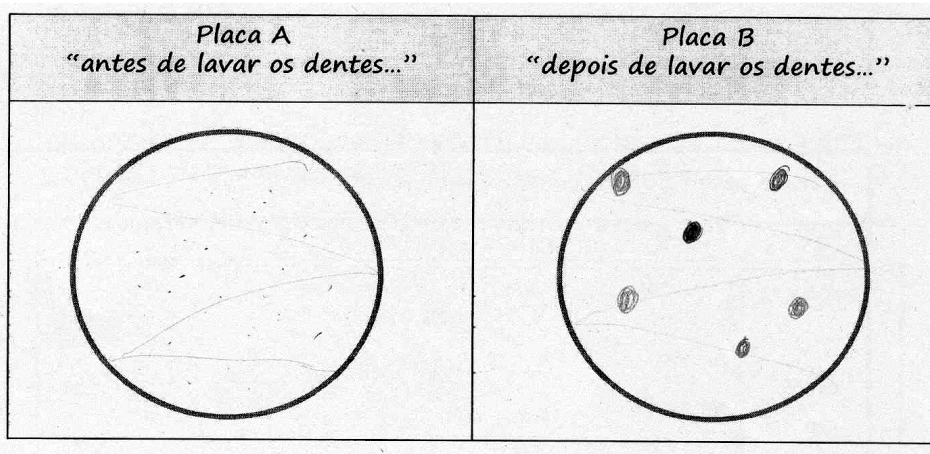


Figura 48- Registo atípico dos resultados do Grupo 1, com maior contaminação após a lavagem dos dentes

Relativamente ao registo dos alunos na secção *Verificámos que....* Apresentam-se algumas respostas:

- *A placa tinha antes bactérias e depois já não tinha (aluno G4);*
- *Antes de lavar os dentes tinha muitas bactérias e depois de lavar os dentes tinha poucas (aluno G3);*
- *A placa antes de lavar os dentes tem mais bactérias do que a placa depois de lavar os dentes (aluno G2 e G4).*

Nestes registos é clara a diferença do número de bactérias entre a placa “antes de lavar os dentes” e “depois de lavar os dentes”.

De salientar o registo de um elemento do grupo cujos resultados se mostraram diferentes dos obtidos pelos outros grupos, apoiando-se na possível explicação dada pelo investigador:

Verificamos que a placa “antes de lavar os dentes” tinha muitas bolinhas pequenas e a placa “depois de lavar os dentes” tinha muitas bolinhas pequenas e grandes. A placa “depois de

¹⁷¹ Houve uma reação curiosa de um membro deste grupo que referiu que não valia a pena registar este resultado porque estava mal (ao contrário dos resultados dos restantes grupos da turma) ao que foi respondido que quando fazemos uma experiência devemos aceitar e escrever todos os resultados. Não há resultados bons nem maus. O resultado deste grupo iria fazê-los refletir sobre o que teria corrido mal e se repetissem a experiência, numa próxima vez, com certeza, que teriam em conta as reflexões que fizeram com vista a melhorar o seu procedimento.

lavar os dentes” tinha mais bactérias porque se calhar ao lavar os dentes a escova passou por um sítio onde tinha muitas bactérias (aluno G1).

Os alunos concluíram a atividade, registando a resposta à questão problema inicial: *Porque devemos lavar os dentes depois das refeições? Apresentam-se algumas respostas:*

- Porque, se não lavarmos os dentes ficamos com cáries (aluno G1);*
- Para depois não ficarmos com bactérias nos dentes (aluno G1);*
- Sim porque depois podemos ter muitas bactérias nos dentes e isso é muito mau (aluno G3);*
- Devemos lavar depois das refeições porque podemos apanhar doenças como as cáries (aluno G4);*
- Devemos lavar os dentes depois das refeições porque podemos ficar com os dentes furados (aluno G2);*
- Porque podemos ficar com bactérias e criar cáries e os dentes ficam com buracos (aluno G4).*

As respostas foram unânimes ao atribuírem às bactérias a causa das cáries. Ocorreu, desta forma, uma clara mudança comparativamente ao início da intervenção, em que a causa apontada para o aparecimento de cáries nos dentes estava relacionada, unicamente, com o tipo de alimentos ingeridos, ricos em açúcar, e não pela presença de micróbios. Por outro lado, as crianças compreenderam que a lavagem dos dentes ajuda a diminuir a quantidade de bactérias e, como consequência, ajuda a diminuir a probabilidade do aparecimento das cáries.

Após a discussão das respostas à questão-problema concluiu-se a atividade, reforçando que ao lavar os dentes impedimos que as bactérias se multipliquem e provoquem o aparecimento de cáries, pois eliminamos o excesso de restos de comida que se vão acumulando nos dentes. Salientou-se o facto de ser normal viverem bactérias nos nossos dentes todos os dias. O problema que se coloca é não deixar que elas se multipliquem, usando para esse fim os restos de comida da placa dentária, prejudicando assim os dentes. Se tivermos o hábito de lavar os dentes depois das refeições vamos permitir que elas não se desenvolvam e, assim, promover a saúde dos nossos dentes.

6.6.4.4 Atividade B2 - A presença de microrganismos nas mãos e a eficácia da lavagem das mãos no controlo desses microrganismos.

A aula iniciou com a questão: *Será que existem micróbios nas mãos?* As opiniões dos alunos dividiram-se. Uns diziam que sim, outros apresentavam algumas dúvidas. Perguntou-se, então, como é que se poderia saber se as mãos tinham ou não micróbios. Algumas crianças responderam de imediato que poderia usar o microscópio. No entanto, rapidamente perceberam que, para tal, teriam de usar uma lâmina de vidro, pelo que, no imediato, esse método seria incompatível. Surgiu, então, a ideia de usar as placas de petri para detetar a presença de micróbios, tal como foi feito com a placa dentária. O recurso a este método esteve, certamente, relacionado com o facto da atividade anterior estar ainda muito presente na memória das crianças.

Explicou-se, portanto, que poderiam usar as placas de petri com meio de cultura para provar se as mãos têm ou não micróbios. Chamou-se a atenção para o facto de que quando olhamos para as nossas mãos não conseguimos saber se estão ou não sujas. Às vezes as mãos parecem-nos limpas mas quando as lavamos a água fica suja, mostrando que, afinal, muitas vezes estão mais sujas do que pensamos.

Foi distribuído o protocolo experimental e salientou-se a questão-problema inicial: *Porque devemos lavar as mãos antes das refeições?*

Os grupos organizaram-se e escolheram um elemento para a contaminação das placas de petri¹⁷² com as mãos (Figura 49), em duas situações: antes e depois de as lavar.

Após colocadas as placas no parapeito da janela os alunos registaram as suas previsões acerca do que iriam observar, passados dois dias.



Figura 49 - Contaminação da placa com a mão

¹⁷² As placas foram identificadas com o número do grupo e com a indicação “antes de lavar as mãos” e “depois de lavar as mãos”. O aluno escolhido em cada grupo tocou o interior da placa com a mão “antes de lavar as mãos”. A placa foi fechada de imediato e o aluno foi lavar as mãos com sabonete líquido, tendo-as limpo com uma toalha de papel. Regressou ao grupo e, com a mesma mão que tinha contaminado a placa anterior, contaminou outra placa, tocando no meio de cultura, identificada com “depois de lavar as mãos”, fechando a placa de imediato.

Listam-se a seguir algumas das previsões registadas:

Na placa da “antes de lavar as mãos”:

- Observamos que há micróbios (aluno G2; aluno G4);
- Penso que vai ter muitas bactérias (aluno G2);
- Há muitas bactérias (aluno G3);
- Penso que vai haver muitas bolas de várias cores (aluno G1);
- Penso que vão aparecer colónias de bactérias (aluno G1).

Na placa “depois de lavar as mãos”:

- Não há micróbios (aluno G2);
- Na mão lavada penso que não vai ter nenhuma bactéria (aluno G2);
- Quase não tem micróbios (aluno G4);
- Tem 2 ou 3 micróbios ou mais ou menos (aluno G3);
- Não vou observar bactérias (aluno G1);
- Penso que vão aparecer pouquinhos bactérias (aluno G1).

As previsões realizadas evidenciam que os alunos esperam obter na placa *antes de lavar as mãos* um número maior de bactérias que na placa *depois de lavar as mãos*. Alguns apontam para uma grande redução do número de bactérias entre as duas situações e outros referem que as bactérias deixam mesmo de estar presentes na placa *depois de lavar as mãos*. Outro aspeto a destacar prende-se com o uso de vocabulário adquirido na atividade B1. Assim, passa a ser mais frequente o uso do termo *colónia* aquando da referência às bactérias nas placas.

Passados dois dias, os alunos observaram os resultados (Figura 50a) e registaram-nos no protocolo (Figura 50b). Todos apresentavam placas “*antes de lavar as mãos*” com mais colónias de bactérias do que as placas “*depois de lavar as mãos*”.

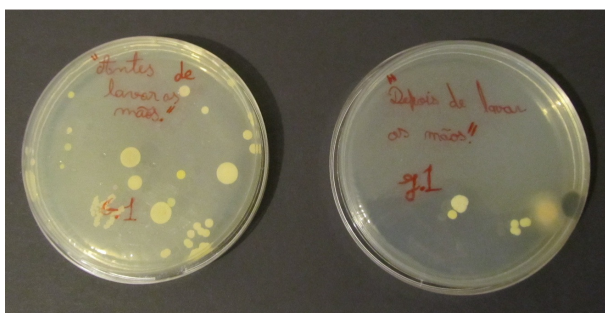


Figura 50a - Aspeto das placas contaminadas antes e depois de lavar as mãos.

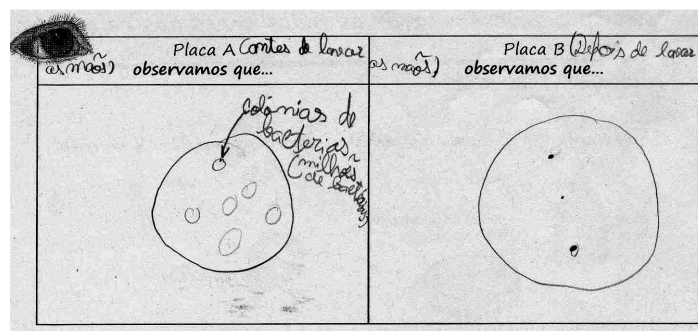


Figura 50b - Registos dos alunos - placas *antes de lavar as mãos* e *depois de lavar as mãos*.

Listam-se de seguida algumas respostas à secção *Verificámos que...*

- Verificámos que a placa A [“antes de lavar as mãos”] tinha 6 colónias de bactérias e a placa B [depois da lavar as mãos] não tinha nenhuma (aluno G1);
- Antes de lavar as mãos, nós tínhamos 4 colónias de bactérias e depois de lavar as mãos não temos nenhuma colónia de bactérias (aluno G2);

- Verificámos que o número de bactérias diminuiu (aluno G3);
- Verificámos que a placa antes de lavar as mãos tinha mais bactérias do que a placa depois de lavar as mãos. O João tinha menos bactérias porque tinha lavado as mãos antes de vir para a escola (aluno G4).

Verificou-se que os resultados foram ao encontro das previsões dos alunos. Foi, claramente, identificada uma mudança na quantidade de colónias entre as placas antes e depois de lavar as mãos.

Houve, no entanto, um grupo (grupo 4) que na placa “antes de lavar as mãos” apareceu apenas uma colónia de bactérias e nenhuma colónia na placa “depois de lavar as mãos” (Figura 51), diferenciando-se dos outros grupos, que tinham entre 5 a 10 colónias na placa inicial.

O aluno foi questionado: *Porque será que só aparece uma colónia de bactérias na placa “antes de lavar as mãos?”*. O aluno respondeu que poderia ser devido ao facto de *ter lavado as mãos a seguir ao almoço*. Os restantes elementos do grupo refletiram sobre esta resposta e rapidamente associaram o comportamento do colega com os resultados atípicos do seu grupo relativamente aos dos outros grupos. O facto de ele ter lavado as mãos depois do almoço fez com que tivesse ficado com menos bactérias nas mãos do que os restantes colegas, daí ter contaminado a placa *antes de lavar as mãos* com menos bactérias que os colegas dos outros grupos.

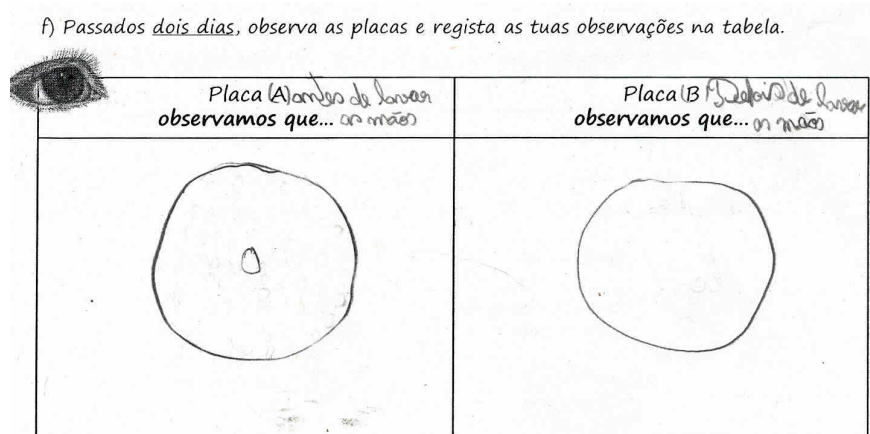
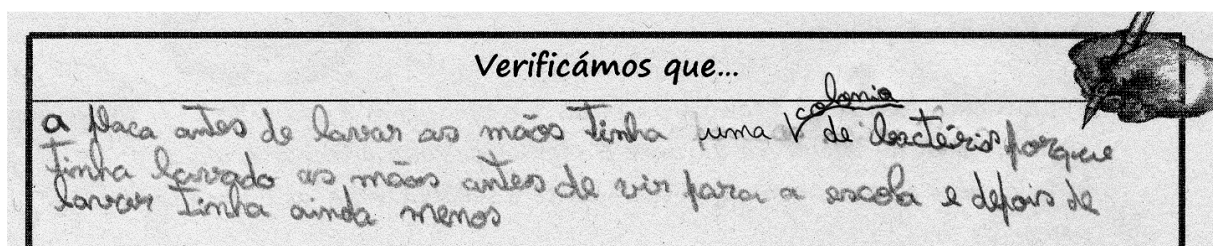


Figura 51- Registo atípico dos resultados do Grupo 4, com uma baixíssima contaminação “antes de lavar as mãos”

Foi solicitado que acrescentassem aos resultados este facto muito importante (ter lavado as mãos depois do almoço) pois poderia muito bem explicar a diferença dos resultados deste grupo comparando com os dos outros grupos.

Apresenta-se o registo desse resultado pelo próprio aluno:



Os resultados foram discutidos em plenário. As respostas eram unânimes: as placas “antes de lavar as mãos” tinham, claramente, mais colónias de bactérias do que as placas “depois de lavar as mãos”. Entretanto foi chamada a atenção à turma para o resultado intrigante do grupo 4, cuja contaminação da placa *antes de lavar as mãos* apresentava apenas uma colónia.

Foi aproveitada a explicação deste aluno para reforçar na turma a importância de lavar as mãos. Referiu-se que quando olhamos para as nossas mãos não sabemos se lá existem micróbios prejudiciais ou benéficos, pois não os conseguimos ver. Assim, lavando as mãos conseguimos garantir que, pelo menos, diminuámos a quantidade de micróbios aí presentes. Colocou-se então, novamente a questão-problema para que os alunos respondessem: *Porque devemos lavar as mãos antes das refeições?*

Os alunos registaram as suas respostas:

- *Devemos lavar as mãos antes das refeições para não engolir as bactérias na comida e ficar com dor de barriga (aluno G1);*
- *Devemos lavar as mãos antes das refeições para não engolirmos as bactérias “más” (aluno G1);*
- *Devemos lavar as mãos antes das refeições porque pode ir para a comida e ficarmos doentes (aluno G3);*
- *Devemos lavar as mãos porque podemos apanhar doenças graves porque ingerimos bactérias (aluno G4).*

De acordo com as respostas, a maioria dos alunos reconheceu a possibilidade de podermos ingerir junto com os alimentos alguns micróbios que se encontram nas nossas mãos. No caso desses micróbios serem patogénicos podemos ficar doentes. A seguir apresenta-se uma resposta dada pelo aluno G2, em que aborda esses aspetos:

Com o apoio do professor escreve a resposta à questão-problema:
Porque devemos lavar as mãos antes das refeições?

Temos de lavar as mãos antes das refeições porque podemos tocar num alimento, as bactérias vão para o alimento e depois as bactérias ^{entram no nosso corpo} afetam o nosso corpo.

Ouidas todas as respostas dos alunos concluiu-se que: *todos nós temos micróbios nas nossas mãos. No entanto, se as lavarmos com água e sabão elas ficam com menos micróbios. Por isso, devemos lavar as mãos antes das refeições para evitar que os micróbios entrem no nosso organismo junto com a comida que ingerimos e, assim, provoquem doenças.*

6.6.4.5 Atividade C - Microrganismos que intervêm no tratamento de águas residuais

A aula teve início questionando os alunos acerca do destino da água que usamos nas nossas casas. Foram referenciados exemplos como a água que usamos para lavar a louça, para lavar a roupa, quando tomamos banho ou usamos a casa de banho, tendo sido identificado, por parte dos alunos, o esgoto (rede de saneamento) como destino dessa água “utilizada” por nós. O diálogo continuou com o destino adequado a dar a esse esgoto, ao mesmo tempo que o investigador afixava um esquema no quadro (Figura 52). Nesse esquema representa-se o percurso da água desde o seu ponto de recolha até ao tratamento final na ETAR, antes de ser devolvida à natureza¹⁷³. Alguns alunos identificaram as ETAR como um local onde os esgotos são tratados, evidenciando terem já abordado este assunto¹⁷⁴.

Questionei então os alunos acerca do que aconteceria se as águas dos esgotos saíssem diretamente das nossas casas para a Natureza. Os alunos associaram esta ação a poluição, a algo nocivo para o ambiente.

¹⁷³ No esquema pode ver-se representado o trajeto da água desde o seu ponto de recolha até à ETA (Estação de Tratamento de Água), onde a água é tratada e preparada para consumo. Daí, segue até ao local de consumo onde a água, ao ser consumida, vai sendo poluída. Depois de usada esta segue para os esgotos e a rede de esgotos levam a água residual até às ETAR.

¹⁷⁴ Questionei a professora relativamente a este facto pelo que me confirmou já ter abordado este assunto (embora de uma forma muito superficial) com aos alunos.

Reforcei então que o objetivo da ETAR é tratar a água tornando-a menos poluída para que a possamos devolver à Natureza sem prejudicá-la.

Durante a discussão acerca deste assunto era evidente a noção que as crianças tinham acerca das ETAR. Associaram estas estruturas a um local onde a água poluída é tratada. Questionei as crianças se elas achavam que existiam micróbios nas águas dos esgotos. Todos afirmaram que sim ao mesmo tempo que lhes atribuíam uma conotação negativa como “cheiram mal”; “provocam doenças”; “fazem poluição”. Verificou-se assim que as crianças associam a presença de micróbios das águas dos esgotos à poluição. Estas reações vieram ao encontro das opções escolhidas pelas crianças aquando da aplicação do questionário pré-teste, em que foram questionadas acerca do que os micróbios podiam fazer. Muitas responderam que podiam provocar a poluição.

Durante esta discussão, referi no entanto que, para além destes, existe um outro tipo de micróbios nas ETAR que são benéficos pois ajudam a despoluir as águas dos esgotos¹⁷⁵.

Foram informados que iam observar alguns desses micróbios e escreveu-se no quadro a palavra *protozoários* – o tipo de micróbio que iria aparecer na preparação em maior número. Aproveitou-se esta oportunidade para introduzir um novo termo identificativo de um tipo de micróbio desconhecido pelas crianças¹⁷⁶. Passou-se à observação da água da ETAR ao microscópio. Após a distribuição do protocolo, os alunos foram convidados a registar as suas observações. Levantou-se o problema: *Como são os micróbios que limpam as águas dos esgotos?*

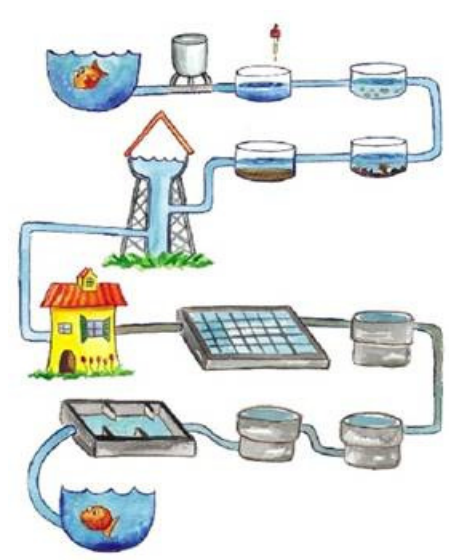


Figura 52 - Esquema representativo do ciclo urbano da água (AdDP, 2008)

¹⁷⁵ Expliquei que nalguns dos tanques das ETAR existe um outro tipo de micróbios que ajudam a tornar as águas dos esgotos mais limpas. Esses micróbios degradam os restos suspensos ou dissolvidos nas águas dos esgotos. No entanto, quando o fazem, multiplicam-se em excesso, existindo, por sua vez, um outro tipo de micróbios que vão ingerir esses que estão em excesso. Desta forma estabelece-se uma cadeia alimentar e um equilíbrio entre a população de micróbios no tanque da ETAR. Este conjunto de processos traduz-se no final num melhoria considerável da qualidade da água antes de a devolver à Natureza. Deste modo referi que existem micróbios que são benéficos e que ajudam a despoluir as águas dos esgotos.

¹⁷⁶ As crianças conhecem termos relacionados com a identificação de tipos de micróbios como “bactéria” ou “vírus”. Desconhecem no entanto o termo “protozoário”.

Antes da observação ter lugar foi-lhes inicialmente solicitado que fizessem uma previsão relativamente ao iriam observar numa gota da água da ETAR. Registaram as suas previsões das quais se listam algumas a seguir:

- *Penso que observaria uma bactéria, maior a perseguir uma bactéria mais pequena (aluno G1);*
- *Um tipo de bolinhas que se mexem muito depressa (aluno G1);*
- *Penso que vão aparecer muita, muitas bolas a correr umas atrás das outras (aluno G1);*
- *Uma água porca com micróbios e bactérias más (aluno G2);*
- *Penso que vão aparecer bactérias e um bocadinho de lixo (aluno G3);*
- *Penso que encontraria micróbios maus que cheiram mal (aluno G4);*
- *la observar alguns micróbios a andar (aluno G4);*
- *Protozoários atrás de bactérias (más) (aluno G2).*

Nas previsões realizadas pode verificar-se que algumas crianças entenderam a questão da ação predatória de alguns micróbios sobre outros e a existência de uma cadeia alimentar dentro do tanque da ETAR. Conotam as bactérias existentes como “más” ou que “cheiram mal”. Outros usam o termo *protozoários*, demonstrando a aquisição do novo termo, atribuindo-lhe, simultaneamente, ação predatória sobre as bactérias. É de salientar também que praticamente todas as previsões realizadas envolvem a característica de ação ou movimento por parte de alguns micróbios.

Passou-se à observação microscópica das preparações¹⁷⁷. Surgiram, de imediato, reações demonstrativas de entusiasmo e espanto relativamente ao que estavam a observar. Eram frequentes reações como “*Que giro! Andam de um lado para o outro!...*”; “*Não param quietos!*”; “*Olha aquele tão gordo!*”; “*Olha!...estão a comer os mais pequeninos!*”.

Rodando os quatro elementos de cada grupo pelo microscópio, continuavam a observar as lâminas, muito admirados e entusiasmados¹⁷⁸. Alguns alunos olhavam alternadamente para a ocular e depois para a lâmina presa na platina do microscópio, mostrando uma clara admiração de como toda aquela “confusão” de movimento se encontrava ali, numa gota de água, impercetível a olho nu.

Cada grupo fez mais que uma preparação e foram desenhando as suas observações.

Quando se encontravam a desenhar¹⁷⁹ forneceu-se a cada aluno uma tabela de identificação simples (Figura 53) de alguns microrganismos, que podem encontrar-se nas

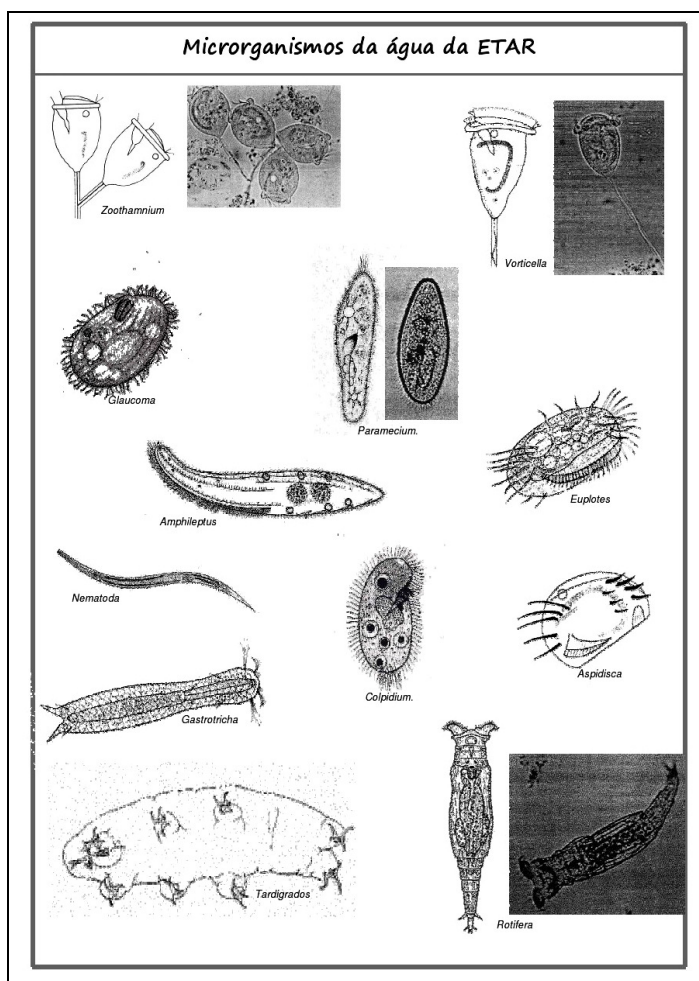


Figura 53 - Tabela de identificação simples de alguns microrganismos que podemos encontrar nas águas de uma ETAR, fornecida aos alunos (adaptado de Madoni, 2005)

¹⁷⁷ Cada grupo, já familiarizado com as lâminas e o microscópio, com a ajuda de uma pipeta retiraram uma gota da água da ETAR e colocaram-na numa lâmina. Aplicaram de seguida uma lamela em cima da gota e observaram ao microscópio. Os professores ajudaram a focar a preparação e iniciou-se a observação.

¹⁷⁸ Observaram livremente durante cerca de cinco minutos. Após esse tempo foi solicitado que voltassem a olhar para o protocolo e registassem, em forma de desenho, o que estavam a observar. Um de cada vez observava durante alguns segundos e voltava para o seu lugar para desenhar o que tinha observado, dando lugar a outro colega.

¹⁷⁹ Esta tabela não foi fornecida no início da observação para que os alunos não se sentissem “tentados” a copiar os desenhos diretamente da tabela para o seu protocolo em vez de desenharem o que estavam na realidade a observar. Deste modo, muitos dos desenhos foram feitos a partir do que observaram diretamente e depois, com a ajuda da tabela, os alunos tentaram identificar cada um dos micróbios desenhados.

águas de uma ETAR. Desafiaram-se os alunos a tentar encontrar e identificar os seres da tabela na lâmina que observavam, atribuindo-lhes o respetivo nome a cada microrganismo (Figuras 54a e 54b).

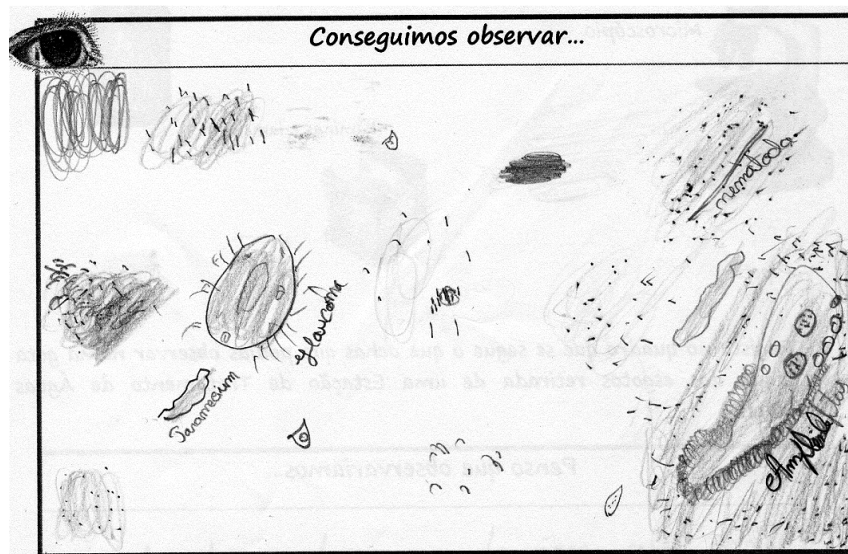


Figura 54a – Exemplos de registos dos alunos dos microrganismos observados

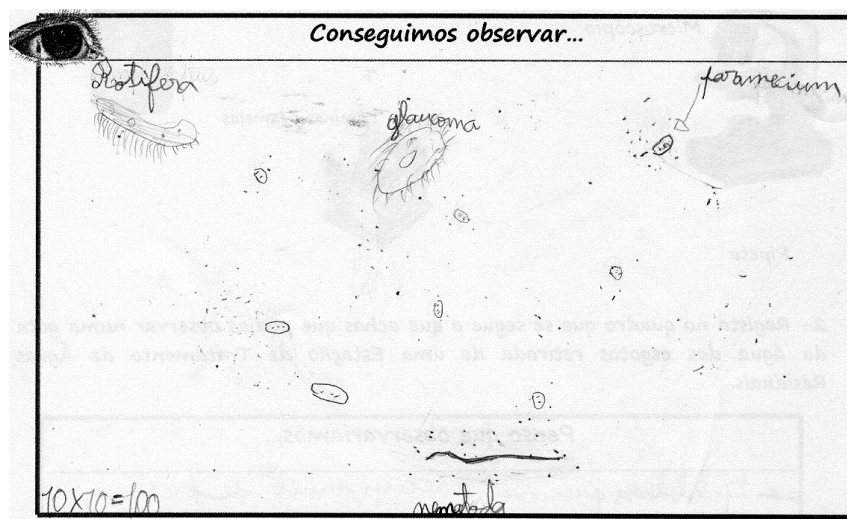


Figura 54b – Exemplos de registos dos alunos dos microrganismos observados

Enquanto desenhavam e identificavam os microrganismos da preparação, foram desafiados a calcular a ampliação com que os estavam a observar, tema referido na atividade em que foi abordado o microscópio. Os alunos calcularam facilmente a ampliação multiplicando o valor da ocular pelo da objetiva e registando esse mesmo valor no desenho

do protocolo. Este facto veio mostrar que os alunos aprenderam a calcular a ampliação, aspeto abordado na primeira intervenção.

Finalizou-se a atividade com o registo da resposta à questão problema inicial. Os alunos registaram as características principais dos micróbios observados na gota de água da ETAR.

Listam-se de seguida algumas das respostas registadas:

- *Não estão quietos, são gordos, comem-se uns aos outros e são estranhos (aluno G4);*

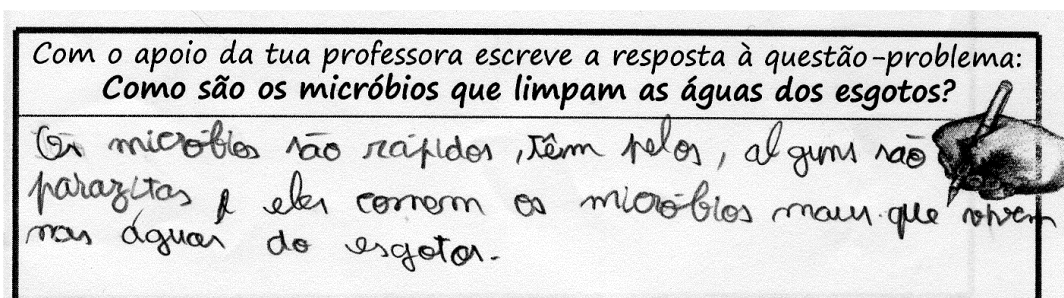
- *Os micróbios mexem-se muito e são redondos e têm pelo (aluno G1);*

- *Os micróbios que limpam as águas do esgoto são protozoários, zoothneum, vorticella, glaucoma, eupoltes, paramecium, amphileptus, rotifera, copidium, aspidisco. (aluno G2);*

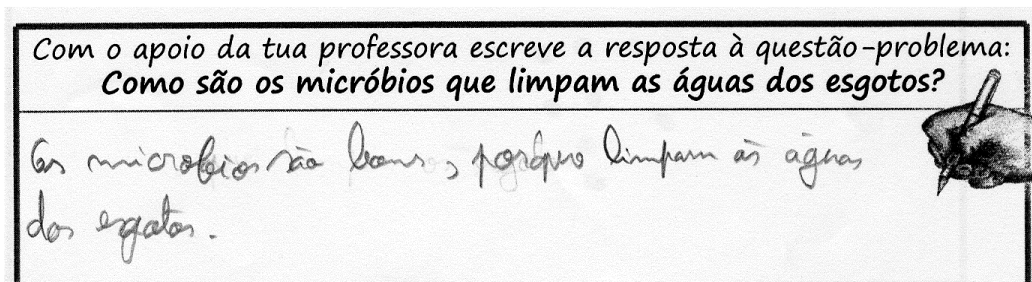
- *São rápidos, gordos têm pelos e comem-se uns aos outros e alguns são parasitas (aluno G1).*

As respostas verificadas evidenciam aspetos relacionados com o movimento e com a morfologia dos microrganismos. Alguns dos aspetos registados vêm ao encontro das previsões dos alunos. Provavelmente, a grande admiração verificada nestas observações ter-se-á devido ao facto dos micróbios que os alunos observaram nos protocolos anteriores (leveduras e bactérias) não apresentarem movimento e terem uma morfologia mais simples da que observaram nesta atividade. Notou-se que apesar da elevada expectativa em observar estes micróbios, os alunos foram surpreendidos com a intensa atividade (mobilidade) e detalhe da morfologia apresentada. Assim, apesar de nas suas previsões ser notória a perceção de que eles iriam observar algo diferente do que tinham observado até agora, a atividade superou as suas expectativas.

Para além das respostas listadas acima, em que as crianças respondem à questão-problema, descrevendo os micróbios que observaram ao microscópio, salientam-se outras respostas que evidenciam outros elementos, além da descrição morfológica, e que se destacam pela atribuição de conotação positiva a estes micróbios, referindo o papel importante destes seres nas ETAR, como pode ler-se nos seguintes extratos:



(aluno G1)



(aluno G3)

6.7 Conclusão (fase 3)

Relativamente à terceira fase do trabalho podemos dizer que a intervenção educativa com as atividades experimentais acerca dos microrganismos se revelou eficaz na melhoria da perceção que as crianças apresentam em relação a estes seres vivos passando a identificá-los como seres vivos microscópicos, capazes de atividade biológica. Modificaram também as suas perceções relativamente ao reconhecimento do benefício de alguns microrganismos, nomeadamente no que diz respeito à produção de alimentos e ao tratamento das águas residuais. Comportamentos relacionados com a sua higiene pessoal, nomeadamente a lavagem das mãos e dos dentes, passaram a ser entendidos como comportamentos relacionados com a eliminação de microrganismos nocivos à saúde e não como uma regra a cumprir, no seu mais simples significado. Associado a este facto, mais alunos passaram a identificar as mãos e a boca como locais onde podem encontrar micróbios.

Relativamente às causas principais do processo de decomposição na natureza, os alunos tenderam a abandonar a sua atribuição a fatores físicos para passar a associar os microrganismos ao processo, incluindo-os como intervenientes na reciclagem da matéria nos ecossistemas. No entanto, neste caso, a intervenção teve uma maior influência no surgimento da conotação positiva em relação aos microrganismos que ajudam a tratar as águas residuais, do que o seu papel no processo de decomposição.

Em relação à biodiversidade microbiana, aumentou o número de alunos que passou a reconhecer os fungos como microrganismos ao mesmo tempo que diminuiu a quantidade de alunos que associava estes seres vivos a insetos. Esta evidência sobressai nos desenhos efetuados após a intervenção educativa. Aqui, a maioria dos alunos desenhou os micróbios com o seu aspeto real e o número de alunos que lhes atribuíram conotação positiva (ou não atribuiu conotação), aumentou.

O pós-teste evidenciou três tipos de resultado relativamente à mudança conceptual. A maioria dos alunos que antes desenhava os micróbios com um aspeto não real e animal, passaram a desenhá-los com o seu aspeto real. Houve outros em que se verificou não ter ocorrido mudança quanto às características morfológicas. Por fim houve alunos que, tendo à partida apresentado concepções muito próximas das ideias científicas, mantiveram-nas após a intervenção. No entanto, em todos os casos verificados, é notória a alteração da conotação atribuída aos micróbios. Esta, na maioria dos casos, passou de negativa para positiva ou sem conotação. A ideia de que existem micróbios que são benéficos e úteis ao Homem e à natureza é evidente na turma intervencionada.

CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES GERAIS

Com a realização deste trabalho identificaram-se secções nos programas e manuais do 1.º e 2.º CEB que abordam, direta ou indiretamente, conteúdos relacionados com os microrganismos. Relativamente ao 1.º CEB o tema não é abordado nem no programa nem nos manuais de Estudo do Meio. Relativamente ao 2.º CEB, o programa de Ciências da Natureza dedica exclusivamente uma secção aos microrganismos. No entanto, tanto no programa de Estudo do Meio do 1.º CEB como no programa de Ciências da Natureza do 2.º CEB, verificamos a existência de momentos em que o tema pode ser explorado pela abordagem aos microrganismos, tanto pelos seus aspetos prejudiciais como pelos seus aspetos benéficos. Existem também vários momentos de descontinuidade de conteúdos relacionados com o tema.

Desta forma, são detetados alguns momentos em que a ausência de referência aos microrganismos, começando pelo seu não reconhecimento como seres vivos ao longo do 1.º CEB, torna a abordagem a temas que foram aqui analisados dentro dos quatro parâmetros de análise, incompleta e isenta de significado para a criança.

Esta ausência de informação acerca deste assunto poderá resultar em lacunas no processo de ensino-aprendizagem que, mais tarde, poderão ser dificilmente ultrapassadas. Parece-nos, assim, preocupante do ponto de vista pedagógico a ausência de abordagem aos microrganismos no 1.º CEB.

Tendo em conta que um dos principais objetivos da área de Estudo do Meio Físico é a contribuição para uma melhor perceção e compreensão do meio físico-natural envolvente da criança, consideramos este aspeto uma lacuna potencialmente geradora de falsas conceções acerca do mundo vivo e redutora da perceção do mundo físico-natural que lhe é próximo.

Identificaram-se conceções alternativas nas crianças no final do 1.º e 2.º CEB relativamente aos microrganismos, segundo os parâmetros de análise, *seres vivos, saúde, alimentos, indústria, tecnologia e ambiente*. Algumas das conceções evidenciadas são coincidentes com as encontradas por outros autores, noutros estudos acerca do tema. O facto dessas conceções surgirem em percentagens muito semelhantes nos dois grupos (5.º e 7.º ano), evidencia que algumas apresentam grande resistência à mudança, mesmo após o ensino formal.

A abordagem aos microrganismos através do ensino experimental no 1.º CEB mostrou-se eficaz na mudança das conceções dos alunos. A intervenção evidenciou uma melhoria na noção de biodiversidade, reconhecimento da morfologia e atividade microbiana e o

reconhecimento e valorização de aspetos benéficos característicos de alguns microrganismos.

Perante os resultados e as conclusões das três fases do estudo aqui apresentado, defendemos que a temática dos microrganismos deve ser introduzida nos programas e nos manuais do 1.º e 2.º CEB. Esta introdução, preferencialmente através de uma bordagem CTSA, deve, por um lado, referenciar alguns aspetos negativos associados a estes seres vivos, numa perspetiva de educação para a saúde, e, por outro, algumas características benéficas associadas ao papel importante destes seres vivos no nosso quotidiano, relacionadas principalmente com a prevenção da doença, com a produção e preservação dos alimentos, e o contributo para a indústria, tecnologia e o ambiente.

Mais especificamente no 1.º CEB, devem ser desenvolvidas metodologias que contribuam para a intervenção que se pretende e que a microbiologia possa ser iniciada logo nos primeiros anos de escolaridade. Metodologias baseadas no ensino experimental das ciências, revelam ser adequadas para promover uma imagem mais completa relativamente a estes seres vivos.

Todos estes aspetos contribuirão para o aumento da literacia científica das crianças, tornando-as mais reflexivas e autónomas, num mundo cada vez mais exigente e em constante mudança.

7.1 Limitações da investigação

Dado o carácter exploratório deste estudo e a quantidade de questões que foram surgindo ao longo da sua execução e que ficam por responder, reconhecem-se algumas limitações da investigação. Não será alheio o facto de, a este nível, esta ter sido a primeira investigação no nosso país a abordar o tema simultaneamente nas dimensões Currículos e Manuais Escolares - Conceções Alternativas - Atividades Experimentais. Assim, foi sendo reconhecido ao longo do trabalho que seria inexequível num único estudo desta natureza abordar de forma completa todas as vertentes que foram escolhidas investigar. Esteve sempre presente a pretensão de que este seria um estudo a partir do qual outros investigadores poderiam explorar com mais pormenor, e de forma mais exaustiva, cada uma das partes que o constituem, funcionando, assim, como “ponto de partida” para outros estudos.

Assim:

1 - A análise dos manuais limitou-se a três momentos temporais distintos mas desfasados no tempo. Seria útil realizar uma análise mais exaustiva acerca do tema com um maior número de manuais e que representassem uma linha temporal mais completa até anos mais recentes.

2 - No levantamento das concepções alternativas, por limitação de tempo, a maioria das questões do questionário apresentaram uma tipologia fechada. O levantamento das concepções ganharia outra dimensão/precisão se algumas das questões colocadas tivessem uma tipologia aberta com categorização das respostas *a posteriori*.

3 - Relativamente às atividades experimentais. Além das realizadas, poderiam ter sido escolhidas outras. Nomeadamente relacionadas com a compostagem e produção de outros tipos de alimento (ex: iogurte). Na escolha das atividades realizadas estiveram envolvidos vários fatores como o tempo disponível para a sua realização e a disponibilidade da turma em causa. Os resultados não são generalizáveis, dizem respeito apenas à turma em estudo, sendo, no entanto, indicadores.

7.2 Sugestões para futuras investigações

Estudos focados na análise desta temática poderão contribuir para uma melhor compreensão de como a microbiologia pode ser iniciada ao nível do 1.º CEB e, potencialmente, motivar para a construção de propostas de atividades experimentais de modo a introduzir o tema na prática pedagógica neste ciclo de ensino.

De forma a completar e/ou apoiar o trabalho aqui apresentado achamos pertinentes as seguintes sugestões para futuras investigações:

1- Realização de estudos que apresentem propostas concretas e devidamente estruturadas de alteração de currículo no 1.º CEB, no sentido de incluir a temática dos microrganismos nos programas e consequentemente nos manuais escolares de Estudo do Meio do 1.º CEB.

2- Realização de estudos centrados no levantamento das concepções alternativas acerca dos microrganismos apresentadas pelos próprios professores e alunos ao longo dos vários

níveis de ensino, desde o jardim de infância até ao ensino superior, de forma a realizar um mapeamento das conceções e a tipologia apresentada.

3- Realização de estudos que promovam propostas de alteração dos programas das unidades curriculares da formação inicial de professores, no sentido de uma valorização do tema microrganismos e abordagem de metodologias a aplicar na sala de aula do 1.º CEB.

4- Realização de investigações no sentido da elaboração de planos de formação contínua para professores acerca dos microrganismos de forma a colmatar lacunas identificadas nos alunos do 1.º CEB.

5 - No seguimento das publicações do Programa de Formação para o Ensino Experimental das Ciências no 1.º CEB (Martins, et al., 2006), é pertinente a elaboração de um novo manual dedicado ao tema dos microrganismos e a sua abordagem na sala de aula do 1.º CEB, a juntar aos já existentes noutras áreas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AdDP (2008). *À descoberta da água e dos ecossistemas ribeirinhos*. Manual do Aluno. 1.º Ciclo do Ensino Básico. Águas do Douro e Paiva, SA. Porto: BioRumo. 24p.
- Afonso, M. M. (2008). *A Educação Científica no 1.º Ciclo do Ensino Básico – das teorias às práticas*. Porto: Porto Editora.
- Aira, M., Jato, V. e Iglesias, I. (2005). *Calidad del Aire – Polen y esporas en la Comunidad Gallega*. Colección Técnica Médio Ambiente. Xunta de Galicia. Galicia.
- Almeida, A. M. (2001). Educação em ciências e trabalho experimental: emergência de uma nova concepção. Em A. Veríssimo, M. A. Pedrosa e R. Ribeiro (Orgs.), *Ensino experimental das ciências – (Re)pensar o ensino das ciências*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento do Ensino Secundária. 51-73.
- Amador, F. e Carneiro, H. (1999). O papel das imagens nos manuais escolares de Ciências Naturais do Ensino Básico: uma análise do conceito de evolução. *Revista de Educação*, 8, 119-129.
- Alves, G. e Carvalho, G.S. (2007). A reprodução humana nos manuais escolares do 1º ciclo do ensino básico. Em Lopes, J. Bernardino; Cravino, José Paulo, ed. lit. – “*Contributos para a qualidade educativa no ensino das ciências do pré-escolar ao superior: actas do Encontro Nacional de Educação em Ciências, 12, Vila Real, Portugal, 2007*” [CD-ROM]. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 203-212.
- Appelberg, R. e Silva, N.T. (1998). Relação Parasita-Hospedeiro. Em Ferreira, W.F.C. e Sousa, J.C.F. *Microbiologia – volume I*. Lisboa: Lidel. 141-205.
- Appelberg, R. (2010). Causas e Consequências da Infecção. Em Ferreira, W.F.C., Sousa, J.C.F. e Lima, N. *Microbiologia*. Lisboa: Lidel. 369-391.
- Astolfi; JP., Darot, É., Vogel, Y.G. e Tousaint, J. (2000). *Práticas de Formação em Didáctica das Ciências*. Lisboa: Instituto PIAGET.
- Au, T. K. e Romo, L. F. (1996). Building a coherent conception of HIV transmission: New approach to AIDS education. Em D. Medin (Ed.). *The psychology of learning and motivation*. New York: Academic Press. p.193-241.
- Au, T. K., Romo, L. F. e DeWitt, J. E. (1999). Considering children’s folkbiology in health education. Em Siegal, M. (ed.). *Children’s understanding of biology and health*. Cambridge: Cambridge University Press. 209-234.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.

- Ávila, P. e Castro, P. (2002). Compreender a ciência: O inquérito à cultura científica dos portugueses. Em M. E. Gonçalves, (org.). *Os portugueses e a ciência*. Capítulo 7. Lisboa: Publicações Dom Quixote.
- Ávila, P., Gravito, A. e Vala, J. (2000). Cultura científica e crenças sobre a ciência. Em M. E. Gonçalves, (org.). *Cultura científica e participação pública*. Capítulo 2. Oeiras: Celta.
- Barbosa-Lima, M. C. e Carvalho, A. M. P. (2008). O desenho infantil como instrumento de avaliação da construção do conhecimento físico. *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 7(2), 337-347.
- Bardin, L. (1986). *L'analyse de contenu*. Paris: PUF.
- Bartolomé, M. (1986). La investigación cooperativa. *Educar*, 10, 51-78.
- Bazile, J. (1994). Conceptions des operateurs de bas niveau de qualification du secteur agroalimentaire en matiere de microorganismes. *Didaskalia*, 4, 23-37.
- Beeth, M. (2001). Systematic reform in mathematics and science education in Ohio (USA): 1991-2000. Em D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Bisdikian, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis e M. Kallery, (Eds). *Proceedings of the Third International Conference on Science Education Research in the Knowledge Based Society*. Greece: Aristotle University of Thessaloniki, Vol. 1, 198-200.
- Beeth, M., Duit, R., Prenzel, M., Ostermeier, C., Tytler, R. e Wickman, P. O. (2003). Quality development projects in science education. Em D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselfes, G. Fassoulopoulos, E. Hatzikraniotis e M. Kallery (Eds.). *Science Education Research in the knowledge based society*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Bell, B., Watts, M. e Wilson, C. (1985). Children's learning: Interactions between teachers and researchers. *School Science Review*, 66, 651-657.
- Bentley, D. & Watts, D.M. (1992) *Communicating in School Science: groups, tasks, and problem solving 5-16*. London: The Falmer Press.
- Bissett, K. A. (1963). *Bacteria*. Edinburgh/London: E&S Livingstone.
- Black, J. A. e Champion, D. J. (1976). *Methods and issues in social research*. New York: John Wiley & Sons.
- BouJaoude, S.B. (1992). The relationship between students' strategies and the change in their misunderstandings during a high school chemistry course. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(7), 687-699.
- Brigas, M. (1997). *Os manuais escolares de Química no Ensino Básico: opiniões dos professores sobre a sua utilização*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Universidade de Aveiro.

- Brumby, M. N. (1982). Student's perceptions of the concept of life. *Science Education*, 66, 613-622.
- Bruner, J. (1966). *Toward a Theory of Instruction*. Cambridge: Harvard University Press.
- Buckley, B. C. e Boulter, C. J. (2000). Investigating the role of representations and expressed models in building mental models. Em J. K. Gilbert e C. J. Boulter (Eds), *Developing models in science education*. Dordrecht: Kluwer Academic. 119-136.
- Bybee, R. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Bybee, R. e McCrae, B. (2011). Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. *International Journal of Science Education*, 33(1), 7-26.
- Byrne, J. (2011) Models of Micro-Organisms: Children's knowledge and understanding of micro-organisms from 7 to 14 years old. *International Journal of Science Education*, 1, 1-35.
- Byrne, J. e Sharp, J. (2006). Children's ideas about micro-organisms. *School Science Review*, 88(322), 71-79.
- Byrne, J., Grace, M. e Hanley, P. (2009). Children's anthropomorphic and anthropocentric ideas about micro-organisms. *Journal of Biological Education*, 44(1), 37-43.
- Byrne, J. e Grace, M. (2010). Using a concept mapping tool with a photograph association technique (CoMPAT) to elicit children's ideas about microbial activity. *International Journal of Science Education*, 32(4), 479-500.
- Byun, R., Nadkarni, M.A., Chhour, K.L., Martin, F.E., Jacques, N.A. e Hunter, N. (2004). Quantitative analysis of diverse Lactobacillus species present in advanced dentla caries. *Journal of Clinic Microbiology*. 42(7), 3128-3136.
- Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en Ciencias. Enseñar Ciencias. Em Jiménez Aleixandre M.P. (coord). *Serie didáctica de las ciencias experimentales*. Capítulo 5. Barcelona: Grao editorial. 95-118.
- Caballer, M. J.; Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 63-68.
- Cachapuz, A. (1992). Ensino das Ciências e Formação de Professores. *Projecto MUTARE*, Número 1. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Cachapuz, A. (org.) (2001). *Formação de professores – Ciências. Perspectivas de ensino*. Porto: Centro de Estudos de Educação em Ciência.
- Cachapuz, A., Praia, J., Paixão, F. e Martins, I. (2000). Uma visão sobre o ensino das ciências no pós-mudança conceptual – Contributos para a formação de professores. *Inovação*, 13(2-3), 117-137.

- Cachapuz, A., Praia, J. e Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação e Ensino das Ciências*. Lisboa: ME.
- Campanário, M. e Otero, J. (2000). La Comprensión de los Libros de Texto. Em Perales, P. e Cañal, P. (2000). (Ed.) *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Editorial Marfil, S.A.. 323-338.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2): 183-208.
- Carey, S. (1985). *Conceptual development in childhood*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Carmo, H. e Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação – guia para a auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta
- Carolino, M. (2010). Fermentação Industrial. Em Ferreira, W.F.C.; Sousa, J.C.F. e Lima, N. *Microbiologia*. Lisboa: Lidel. 569-586.
- Carretero, M. (1997). *Construtivismo e Educação*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Cea, M. A. (2001). *Metodología Cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social*. 3ª Ed. Madrid: Editorial Síntesis.
- Charpack, G. (2005). *As Ciências na Escola Primária: Uma Proposta de Acção*. Mem Martins: Editorial Inquérito.
- Chi, M.T., Slotta, J.D. e Leeuw, N. (1994). From Things to Processes: a theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, Vol.4, 27-43.
- Chiappetta, E., Fillman e Sethna, G. (1991). A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 28, 713-725.
- Chinn, C. A. e Brewer, W. F. (1993). The role of anomalous data in knowledge acquisition: A theoretical framework and implications for science education. *Review of Educational Research*, 63, 1-49.
- Chistensen, G.J. (1998). Why clean your tongue? *Journal of the American Dental Association*, 129, 1605-1607.
- Cleary e Zimmerman (2004). Self-regulation empowerment program: a school-based program to enhance self-regulated and self-motivated cycles of student learning. *Psychology in the Schools*, 41(5), 537-550.
- Clément, P. (1998). La biologie et sa didactique. Dix ans de recherches. *Aster*. Paris: INRP, 27, 57-93.
- Clément, P. (2002). Didactique de la Biologie: Les Obstacles aux Apprentissages. Em G. S. de Carvalho, M. L. A. V. de Freitas, P. Palhares e F. F. de Azevedo (Eds.). *Saberes e Práticas na Formação de Professoras e Educadoras: Actas das Jornadas DCILM*

- 2002, Braga: DCILM do Instituto de Estudos da Criança, Universidade do Minho. 139-153.
- Clément, P. (2003). Didactique de la Biologie: les obstacles aux apprentissages. Em G.S. Carvalho et al., *Saberes e Práticas na Formação de Professores e Educadores*. Braga: Universidade do Minho, 139-154.
- Cohen, L. e Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., & Zabala, A. (2001). *O construtivismo na sala de aula. Novas perspectivas para a acção pedagógica*. Porto: Edições ASA.
- Cook, T.D. e Reichardt, CH.S. (1997). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Tercera edición. Madrid: Ediciones Morata.
- Costa, J. V. (1998). Vírus. Em Ferreira, W.F.C. e Sousa, J.C.F. *Microbiologia – volume I*. Lisboa: Lidel. 71-80
- Costa, S. C. (1995). *Os microrganismos e o vinagre*. Trabalho final de CESE em Educação Infantil e Básica Inicial – Ramo Didáctica do Meio Físico e da Matemática Elementar (texto não publicado). Secção de Ciências Exactas e da Natureza. CEFOPE - Universidade do Minho.
- De Pro Bueno, A. (1998). Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias?. *Enseñanza de las ciencias*, 16(1), 21-41.
- Deadman, J e Kelly, P. J. (1978). What secondary school boys understand about evolution and heredity before they are taught the topics? *Journal of Biological Education*, 12, 7-15.
- DeBoer, G. (1991). *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice*. New York: Teachers College Press.
- DeBoer, G. (2000). Scientific literacy: Another look at historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(6), 582-601.
- Diáz González, R., López Rodríguez, R., García Losada, A., Abuín Figueiras, G., Nogueira Abuín, E. e Garcia Gandoy, J.A. (1996). Son los alumnos capaces de atribuir a los microrganismos algunas transformaciones de los alimentos? *Enseñanza de las ciencias*, 14(2), 143-153.
- Driver, R. (1989). Student's conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11, 481-490.
- Driver, R. (1993). *The pupil as a scientist?* Milton Keynes: Open University Press.

- Driver, R. e Osborne, J. (1998) *Reappraising science education for scientific literacy*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST). San Diego.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. e Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: research into children's ideas*. London: Routledge.
- Drouin, A. M. (1987). Dês images et des sciences. *Aster* (Paris, INRP), 4, 1-31.
- Duarte, M. C. (1999). Investigação em ensino das ciências: influências ao nível dos manuais escolares. *Revista Portuguesa de Educação*, 12(2), 227-248.
- Duckworth, E., Easley, J., Hawkins, D. e Henriques, A. (1990). *Science Education: a minds-on approach for the elementary years*. London: Lawrence Erlbaum.
- Duit, R. e Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Dyasi, H.M. (2006). Visions of inquiry: science. Em Douglas, R.W., Klentschy, M.P., Worth, K, & Binder, W. (2006). *Linking science & literacy in the K – 8 classroom*. Arlington, VA: National Science Teachers Association. 3-16.
- Ehrlén, K. (2009). Drawings as Representation of Children's Conceptions. *International Journal of Science Education*, 31(1), 41-57.
- Esteves, J.A., Cabrita, J. D. e Nobre, G. N. (1990). *Micologia Médica*. 2ª edição. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Favieri, M., Feres, M., Shibli, A., Hayacibara, R., Hayacibara, M. e Figueiredo, C. (2006). Microbiota of the Dorsum of the Tongue After Plaque Accumulation: An Experimental Study in Humans. *Journal of Periodontology*, 77(9), 1539-1546.
- Feinstein, N. (2011). Salvaging science literacy. *Science Education*. 95. 168–185.
- Fensham, P. J. (2000). Time to change drivers for scientific literacy. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 2, 9-24.
- Fensham, P. e Harlen, W. (1999). School science and public understanding of science. *International Journal of Science Education*, 21, 755-763.
- Fernandes, I. M. B. (2011). *A perspectiva CTSA nos manuais escolares de ciências da natureza do 2.º CEB*. Dissertação de Mestrado (não publicada). Bragança: Escola Superior de Educação de Bragança.
- Fernández Manzanal, R. (1995). “Estudiar ecología, para qué?”. *Aspectos didácticos de Ciencias Naturales (Biología)*. Zaragoza: ICE Universidad de Zaragoza. 6(119), 137-175.
- Ferreira, S. (1998). *Imaginação e Linguagem no Desenho da Criança*. Campinas: Papirus.

- Ferreira, W.F.C. e Sousa, J.C.F. (2010). Conceitos Gerais de Microbiologia. Em Ferreira, W.F.C.; Sousa, J.C.F. e Lima, N. *Microbiologia*. Lisboa: Lidel.
- Ferreira, W. F. C., Sousa, J.C.F. e Lima, N. (2010). *Microbiologia*. Lisboa: Lidel
- Figueiroa, A.M. (2007). *As Actividades Laboratoriais e a Explicação de Fenómenos Físicos: uma investigação centrada em manuais escolares, professores e alunos do Ensino Básico*. Tese de Doutoramento em Educação. Universidade do Minho.
- Finley, F. (1994). Por qué los estudiantes tienen dificultades para aprender de los textos de ciencias. Em C. Santa e D. Alvermann. (comp.). *Una Didáctica de las Ciencias*. Argentina: AIQUE Didáctica.
- Fontana, M., Young, D.A. e Wolff, M.S. (2009). Evidence-Based caries, Risk Assessment, and Treatment. *Dent Clin North Am*, 53, 149-161.
- Freitas, G. (2000). Micologia Geral. Em Ferreira, W.F.C. e Sousa, J. C. F. (Eds). *Microbiologia*. Vol. 2. Lidel. 291-307.
- Freitas, G. (2010). Fungos. Em Ferreira, W.F.C.; Sousa, J.C.F. e Lima, N. (Coord.) *Microbiologia*. Lisboa: Lidel. 145-165.
- Freitas, M. (1989). Distinção entre ser vivo e ser inanimado – uma evolução por estádios ou um problema de concepções alternativas? *Revista Portuguesa de Educação*, 2(1), 33-51.
- Friedler, Y., Zohar, A. e Tamir, P. (1993). The effect of age and of learning on the ability to distinguish between anthropomorphic and teleological explanations. *International Journal of Science Education*, 15(4), 439-443.
- Frost, J., Jennings, A., Turner, T., Turner, S. & Beckett, L. (1995). *Teaching Science*. London: The Woburn Press.
- Galvão, J., Proença, L. e Barroso, H. (2012). Prevalência da cárie dentária e presença de bactérias cariogénicas no dorso lingual – Estudo secciona cruzado. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária e Cirurgia Maxilofacial*, 53(1). 11-16.
- García, A. T. (2001). Aprendizaje de las ciencias y ejercicio de la ciudadanía. Em Membiela, P. (ed.). *Enseñanza de las Ciencias desde la Perspectiva Ciencia-Tecnología - Sociedade – Formación científica para la ciudadanía*, Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones. 77-89.
- García Barros, S., Martínez Losada, C., Alonso, M. (1997). Estudiando las bacterias de la placa dental a través de una actividade práctica de investigación. *Alambique*, 14, 113-119.
- Gelape, T.C. e Mendes, R. (2005). O corpo humano em livros didáticos do ensino fundamental: um estudo comparativo. Em Encontro Nacional de Ensino de Biologia, I, 2005. *Anais*. Rio de Janeiro: SBEBIO. v.1, 76-79.

- Gérad, F. e Roegiers, X. (1998). *Conceber e avaliar manuais escolares*. Porto: Porto Editora.
- Ghiglione, R. e Matalon, B. (1993). *O Inquérito – teoria e prática*. Oeiras: Celta Editora
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. e Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*, 66(4), 623-633.
- Gilbert, J. K. e Boulter, C. (1998). Models and explanations, part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83-97.
- Gillen, A. L. e Williams, R. P. (1993). Dinner date with a microbe. *American Biology Teacher*, 55(5), 268-274.
- Giordan, A. e De Vecchi, G. (1987). Les origines du savoir – des conceptions des apprenants aux conceptions scientifiques. Paris: Delachaud et Niestlé.
- Giordan, A. e De Vecchi, G. (1999). *Los orígenes del Saber: De las concepciones personales a los conceptos científicos* (4ª edição). Sevilla: Díada Editora S.L.
- Glaserfeld, E.V. (2007). Aspectos do construtivismo. In Fosnot, *Construtivismo. Teoria, Perspectivas e Prática Pedagógica*, (15-21). Porto Alegre: Artmed.
- Goetz, J.P. e LeCompte, M.D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.
- González Sanmamed, M. (1994). *Aprender a ensinar: Mitos y realidades*. Universidad de la Coruña: Gráfico Galaico. Polígono de Pocomaco.
- Goodman, N. (1976). *Languages of art. An approach to a theory of symbols*. Indianapolis/Cambridge: Hackett Publishing Company.
- Goodwin, W. L. e Goodwin, L.D. (1996). *Understanding Quantitative and Qualitative Research in Early Childhood Education*. New York: Teachers College Press.
- Grawitz, M. (1993). *Méthodes des Sciences Sociales*. (9ªed.). Paris: Éditions Dalloz.
- Greca, I. M., e Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Griffiths, A. K. e Grant, B.A.C. (1985). High school students' understanding of food webs: Identification of a learning hierarchy and related misconceptions. *Journal of Research in Science Teaching*, 22(5), 421-436.
- Guimarães, F. (2008). *A botânica nos manuais escolares dos ensinos primário e básico (1.º Ciclo) no século XX em Portugal*. Tese de Doutoramento em Estudos da Criança - Área de Conhecimento em Estudo do Meio Físico. Braga: Universidade do Minho.
- Halldén, O. (1999). Conceptual change and contextualization. Em W. Schnotz, S. Vosniadou e M. Carretero (eds.). *New Perspectives on Conceptual Change*. Oxford: Pergamon and Earli, 53-65.

- Harlen, W. (1988). *Teaching and Learning Primary Science*. London: Paul Chapman Publishing Ltd.
- Harlen, W. (1999). *Effective Teaching of Science. A Review of Research*. Edinburgh: The Scottish Council for Research in Education (SCRE).
- Harlen, W. (2000). *The teaching of science in primary schools*. (3rd ed.). London: Fulton.
- Harlen, W. (2001). The assessment of scientific literacy in the OECD/PISA project. Em H. Behrendt, H Dahncke, W. Gräber, M. Komorek e A. Kross. (Eds.). *Research in Science Education – past, present and future*. Dordrecht: The Netherlands: Kluwer Academic Publishers. 49-60.
- Harlen, W. (2007). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. (3^a reimpressão da 2^a edição completamente actualizada). Madrid: Ediciones Morata.
- Harlen, W. & Qualter, A. (2009). *The Teaching of Science in Primary Schools*. London: David Fulton Publishers.
- Harms, U. (2002). Biotechnology education in schools. *Electronic Journal of Biotechnology*, 5(3).
- Harrison, A. G. e Treagust, D. F. (2000) Em Search of explanatory frameworks: an analysis of Richard Feynman's lecture 'Atoms in motion'. *International Journal of Science Education: 22*(11), 1157-1170.
- Hayes, D., Symington, D., e Martin, M. (1994). Drawing during science activity in the primary school. *International Journal of Science Education*, 16(3), 265-277.
- Hellden, G. (1992). *Pupils' understanding of ecological process* (The LISMA) group learning in science and mathematics Report (N.º2). Kristianstad University College, Sweden.
- Helldén, G. (1999). A longitudinal study of pupils' understanding of conditions for life, growth and decomposition. Em M. Bandiera, S.Caravita, E. Torraca e M. Vincentini. *Research in Science Education in Europe*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 23-29.
- Helm, H., Novak, J. D. (Eds.) (1983). *Proceedings of the International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics Conference*, June 1983. Ithaca, NY: Cornell University, Department of Education.
- Helman, C. G. (1978). Feed a cold, starve a fever. *Culture, Medicine and Psychiatry*, 2, 107-137.
- Hennessey, M. G. (1993). *Student's ideas about their conceptualisation: Their elicitation through instruction*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association. Atlanta, GA.
- Heritage, J., Evans, G. e Killington, D. (2002). *Microbiologia em Acção*. Lisboa: Editora Replicação.

- Hewson, P. W. (1996). Teaching for conceptual change. Em D. F. Treagust, R. Duit e B. J. Fraser (Eds.), *Improving teaching and learning in science and mathematics*, New York: Teachers College Press. 131-140.
- Hewson, P. W. e Hewson, M. G. (1988). An appropriate conception of teaching science: A view from studies of learning. *Science Education*, 72(5). 597-614.
- Hewson, P. W. e Hewson, M. G. (1992). The status of student's conceptions. Em R. Duit, F. Goldberg e H. Niedderer (Eds.) *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*. Kiel, Germany: Institute of Science Education. 59-73.
- Hewson, P.W. (2001). Ensino para a mudança conceptual. *Revista de Educação*, 10 (2), 117-126.
- Hilge, C. (2001). Using everyday and scientific conceptions for developing guidelines of teaching microbiology. Em H. Behrendt, Dahncke, H. , Duit, R. , Graeber, W. , Komorek, M. , Kross, A., *Research in Science Education - Past, Present, and Future*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 253-258.
- Hill, M.M. e Hill, A. (2002). *Investigação por Questionário*. (2ª Edição), Lisboa: Edições Sílabo.
- Hill, R., Stanisstreet, M. e Boyes, E. (2000). What ideas do students associate with "biotechnology" and "genetic engineering"? *School Science Review*, 81(297), 77-83.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*. 12(3). 293-313.
- Hodson, D. (1998). *Teaching and learning Science*. Buckingham: Open University Press.
- Hofstein, A. e Lunetta, V. (1982). The role of laboratory in science teaching. *Review of Educational Research*, 52, 201-217.
- Hogan, K. e Fisher Keller, J. (1996). Representing student's thinking about nutrient cycling in ecosystems: Bi-dimensional coding of a complex topic. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(9), 941-970.
- Hoseney, R.C. (1998). *Principles of Cereal Science and Technology*. 2 ed. American Association of Cereal Chemists, Minnesota, USA.
- Hoseney, R. C. e Rogers, D. E.. (1990). The formation and properties of wheat flour doughs. *Food Science and Nutrition*, 29(2). 73-93.
- Hurtado, J. (2006). *Investigación cualitativa – comprender y actuar*. Madrid: Editorial La Muralla, S.A.
- Ibarra, J., Carrasquer, J. e Gil, M.J. (2010). Un proceso oscuro y anónimo: la decomposición de la materia viva. *Alambique – Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 64, 99-108.

- Inagaki, K. e Hatano, G. (1987). Young children's spontaneous personification as analogy. *Child Development*, 58, 1013-1020.
- Inagaki, K. e Hatano, G. (1993). Young children's understanding of the mind-body disfunction. *Child Development*, 66(1), 1534-1549.
- Inagaki, K. e Hatano, G. (2002). *Young children's naïve thinking about the biological world*. New York: Psychology Press.
- Jiménez Valladares, J.D. (2000). Análisis de los libros de texto. Em Perales, F.J. e Cañal, P. (Eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Alcoy: Marfil.307-322.
- Johnsen, E. (1993). *Textbooks in the Kaleidoscope – A Critical survey of Literature and Research on Educational Texts*. Oslo: Scadinavian University Press.
- Johnson-Laird, P. (1983). *Mental Models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Jonhston, J. (1996). *Early explorations in science*. Buckingham: Open University Press.
- Jones, M. G. e Rua, M. J. (2006). Conceptions of germs: Expert to novice understandings of microorganisms. *Electronic Journal of Science Education*, 10(3).
- Jung, W. (1993). Hilft die Entwicklungspsychologie dem Physikdidaktiker [Does developmental psychology help the physics educator?]. Em R. Duit e Gräber (Eds.), *Kognitive Entwicklung und naturwissenschaftlicher Unterricht*. Kiel, Germany: IPN – Leibniz Institute for Science Education. 86-107.
- Jungwirth, E. (1975). Caveat mentor – Let the teacher beware! *Research in Science Education*, 5, 153-160.
- Jungwirth, E. (1979). Do students accept anthropomorphisms and teleological explanations as scientific explanations? *Journal of Colleges Science Teaching*, 8(8), 152-155.
- Kalish, C. W. (1996a). Causes and symptoms in preschoolers' conception of illness. *Child Development*, 67, 1647-1670.
- Kalish, C. W. (1996b). Preschoolers' understanding of germs as invisible mechanisms. *Cognitive Development*, 11, 83-106.
- Kalish, C. W. (1997). Preschoolers' understanding of mental and bodily reactions to contamination: What you don't know can hurt you, but not sadden you. *Developmental Psychology*, 33, 79-91.
- Kalish, C. W. (1999) What young children's understanding of contamination and contagion tells us about their concepts of illness. Em Siegal, M. (ed.). *Children's understanding of biology and health*. Cambridge: Cambridge University Press. 99-130.
- Kallery, M. e Psillos, D. (2004). Anthropomorphisms and Animism in early year science; why teachers use them, how they conceptualise them and what are their views on their use. *Research in Science Education*, 34(3), 291-311.

- Khatete, D.W. (1995). *Students' understanding of decomposition and its importance in nature among some Kenyan Students*. Unpublished Doctoral Thesis, The University of Leeds, Leeds.
- Kattman, U. (2008) Learning biology by means of anthropomorphic conceptions?. Em M. Hammann, M. Reiss, C. Boulter e S. D. Tunnicliffe (Eds.). *Biology in Context Learning and teaching for the twenty-first century*. London: Institute of Education. 1-17.
- Kemmis, S. e McTaggart, R. (1988). Como planificar la investigación-acción. Barcelona: Laertes.
- Kinchoeloe, J. (2006). *Construtivismo crítico*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Kleinberg, I. (2002). A mixed-bacteria ecological approach to understanding the role of the oral bacteria in dental caries causation: an alternative to Streptococcus mutans and specific-plaque hypothesis. *Crit Rev Oral Biol Med*, 13(2), 108-125.
- Koballa, T., Kemp, A. e Evans, R. (1997). The spectrum os science literacy. *Science Teacher*, 64(7), 27-31.
- Krasilchik, M. (2000). *Reformas e realidade. O caso do ensino das ciências*. Disponível em: www.scielo.br/pdf/spp/v14n1/9805.pdf [Data de acesso: 20-01-2012].
- Kuramitsu, B.Y. e Wang H.K. (2006). Virulence properties of cariogenic bacteria. *BMC Oral Health*, 6, 1-4
- Lakin, L. (2006). Science in the whole curriculum. Em W. Harlen (Ed.), *ASE Guide to Primary Science Education*, Hatfield: ASE, 49-56.
- Latorre, A., Rincón, D. e Arnal, J. (2003). *Bases Metodológicas de la Investigación Educativa*. Barcelona: Ediciones Experiencia.
- Leach, J. (1995). *Progression in understanding of some ecological concepts, students aged 5 to 16*. Unpublished Doctoral Thesis, The University of Leeds, Leeds.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. e Wood-Robinson, C. (1992). *Progression in conceptual understanding of ecological concepts by pupils age 5-16*. Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds.
- Leach, J., Driver, R., Scott, P. e Wood-Robinson, C. (1996). Children's ideas about ecology 2: Ideas found in children aged 5-16 about the cycling of matter. *International Journal of Science Education*, 18(1), 19-34.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. Em H. Caetano e M-G. Santos (Orgs.), *Cadernos didáticos de ciências 1*. Lisboa: Ministério da Educação, Departamento de Educação Básica. 79-97.
- Lima, N. (1998). Biotecnologia Microbiana. In Ferreira, W.F.C. e Sousa, J.C.F. *Microbiologia – volume I*. Lisboa: Lidel

- Lima, N. e Nicolau, A. (2010). Microbiologia Ambiental. Em Ferreira, W.F.C.; Sousa, J.C.F. e Lima, N. (Coord.) *Microbiologia*. Lisboa: Lidel.
- Lin, C.Y. e Hu, R. (2003). Student's understanding of energy flow and matter cycling in the context of food chain, photosynthesis, and respiration. *Journal of Science Education*, 25(12), 1529-1544.
- Lock, R. (1996). Educating the "New Pasteur". *School Science Review*, 78, 63-72.
- Lopes, J.P. (2000). *Desenvolvimento durante a 3ª infância – Implicações para o ensino*. Série Didáctica nº23. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Lopes, M.C. (2002). Micobiótica da filosfera. Em Santos, I.M., Venâncio, A. e Lima, N. (Eds.). *Ecologia dos Fungos*. Braga: Micoteca da Universidade do Minho. 31-45.
- Lowenfeld, V. e Brittain, W. (1977). *Desenvolvimento da Capacidade Criadora*. São Paulo: Ed. Mestre Jou.
- Lucks, R. (1999). *Constructivist Teaching vs Direct Instruction*. Unpublished manuscript, University of Delaware.
- Luquet, G. (1987). *O Desenho Infantil*. 4ªed. Barcelos: Editora do Minho.
- Madoni P. (2005). *Depurazione biologica nei fanghi attivi*. Università di Parma, Reggio Emilia: Ed. Enìa.
- Mafra, P. (2001). *Estratégias de Aprendizagem e Métodos de Estudo – um estudo exploratório sobre os métodos de estudo utilizados pelos alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico na disciplina de Ciências Naturais*. Tese de Mestrado (não publicada) Vila Real: Universidade de Trás os Monte se Alto Douro.
- Mafra, P. e Lima, N. (2009). The Microorganisms in the Portuguese National Curriculum and Primary School text Books. Em Mendez-Vilas, A., ed. lit. "Current research topics in applied microbiology and microbial biotechnology: proceedings of the International Conference on Environmental, Industrial and Applied Microbiology (BioMicroWorld2007), 2, Seville, Spain, 2007". Hackensack: *World Scientific Publishing*, cop. 2009. 625-629.
- Malandrakis, G. N. (2003). *Facilitating children's understanding of the degradability of materials and the necessity for recycling*. Disponível online em: <http://wwwl.phys.uu.nl/esera2003/programme/pdf/202S.pdf> (Acesso em 22 Jan. 2010)
- Mandarino, J.M.G. (1993). *Aspectos importantes para a qualidade do trigo*. Londrina: EMBRAPACNPSO.
- Margaça, J., Barata, A., Madeira-Lopes, A., Loureiro-Dias, M. C. (2004). *Micróbios à mostra na Escola - Introdução à Microbiologia. Manual para professores e estudantes do ensino básico e secundário*. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia.

- Margalef, R. (1991). *Teoría de los sistemas ecológicos*. Barcelona: Biblioteca de la Universidad de Barcelona.
- Martins, A. J. F. (2011). *Constituição e diversidade dos seres vivos – uma proposta didáctica para o 5.º ano de escolaridade* (Tese de mestrado não publicada). Escola Superior de Educação – Instituto Politécnico de Viana do Castelo.
- Martins, I. P. (2002a). *Educação e Educação em Ciências* [Colectânea de textos]. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Martins, I. P. (2002b). Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, vol 1, nº 1, 28-39.
- Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V. e Couceiro, F. (2006). *Educação em Ciências e Ensino Experimental – Formação de professores*. Lisboa: ME.
- Martins, I. P., Veiga, M. L., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R. M., Rodrigues, A. V. e Couceiro, F. (2008). *Mudanças de Estado Físico – Guião Didático para Professores*. Lisboa: ME.
- Martins, I.P, Pedrosa, A. e Couceiro, F. (2007). Ensino das Ciências no 1.º CEB: Um programa nacional de formação de professores. Em Lopes, B., Cravino, J. (Ed.)(2007). *Contributos para a Qualidade Educativa no Ensino das Ciências do Pré-Escolar ao Superior – Actas do XII Encontro Nacional de Educação em Ciência*. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. 19-26
- Martínez Losada, C. e Garcia Barros, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares. Qué objetivo persiguen? Qué procedimientos enseñan?. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), 243-264.
- Martínez Losada, C., Vega, P. e Garcia Barros, S. (1999). Qué procedimientos utiliza el profesorado de educación primaria cuando enseña y cuales tienen mayor presencia en los textos de este nivel. *Manuais escolares. Estatuto, funções, história*. Braga: Universidade do Minho. 325-334.
- Mata, P., Bettencourt, C., Lino, M.J. e Paiva, M.S. (2004). Cientistas de palmo e meio - uma brincadeira muito séria. *Análise Psicológica*. 1(XXII). 169-174.
- Maxted, M. A. (1984). *Pupil's prior beliefs about bacteria and science process: Their interplay in school science laboratory work* (Unpublished MA thesis). University of British Columbia.
- Mayer, V. J. e Kumano, Y. (2002). The philosophy of science and global science literacy. Em V. J. Mayer (Ed.), *Global science literacy*. Dordrecht: Kluwer. 37-49.

- Membiela, P. (2001). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las Ciencias. Em P. Membiela (Ed.). *Ensenanza de las Ciencias desde la perspectiva Ciencia – Tecnología - Sociedad. Formación científica para la ciudadanía*, (2ª ed.). Madrid: Narcea Ediciones. 91-103.
- Mendanha, A. M. (1999). *Estação de Tratamento de Águas Residuais – Uma abordagem de Educação Ambiental no 1.º Ciclo do Ensino Básico*. Trabalho final de CESE em Educação Infantil e Básica Inicial – Ramo Didáctica do Meio Físico e da Matemática Elementar (texto não publicado). DCILM – Instituto de estudos da Criança. Universidade do Minho.
- Mendes, B. (1998). Microbiologia da água. Em Ferreira, W.F.C. e Sousa, J.C.F. (Coord.). *Microbiologia – volume 1*. Lisboa: Lidel. 285-296.
- Mendes, B. (2010). Microbiologia da água. Em Ferreira, W.F.C.; Sousa, J.C.F. e Lima, N. (Coord.) *Microbiologia*. Lisboa: Lidel.
- Mesquita, M. M. (1995). *A função dos microrganismos na produção do vinho*. Trabalho final de CESE em Educação Infantil e Básica Inicial – Ramo Didáctica do Meio Físico e da Matemática Elementar (texto não publicado). Secção de Ciências Exactas e da Natureza - Universidade do Minho.
- Miguéns, M. (1999). O Trabalho Prático e o Ensino das Investigações na Educação Básica. Em M. O. Valente (Org.), *Colóquio Ensino Experimental e Construção de Saberes*. Lisboa: Ministério da Educação, Conselho Nacional da Educação. 77-95.
- Millar, R. e Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College.
- Ministério da Educação (1990). *Reforma Educativa: Ensino Básico, Programa do 1º Ciclo*. Lisboa: ME-DGBS.
- Ministério da Educação (2001). *Currículo Nacional do Ensino Básico – Competências Essenciais*. Lisboa: ME - Departamento de Educação Básica.
- Ministério da Educação (2004). *Organização Curricular e Programa: Ensino Básico – 1º Ciclo* (4ª edição revista). Lisboa: ME- Departamento de Educação Básica.
- Nagy, M. H. (1953). The representation of germs by children. *Journal of Genetic Psychology*, 83, 227-240.
- Neves, A.L., Varela, A.P., Pereira, J.S., Baptista, J.M.F. e Alves, V.M.C. (2005). *Relatório do Grupo de Trabalho Manuais Escolares*.
- Nicolau, A., Lima, N., Mota, N. e Madoni, P. (1997). Os Protozoários como Indicadores da Qualidade das Lamas Activadas. *Boletim de Biotecnologia*, 56, 14-19.
- Nicolau, A., Martins, M.J., Mota, M. e Lima, N. (1999). *Estudo da comunidade de protozoários exposta a tóxicos em estações de tratamentos de águas residuais*. Em

- Actas da 6.^a Conferência Nacional sobre a Qualidade do Ambiente". Lisboa: Universidade Nova de Lisboa. Vol. 2, 659-668.
- Nishikawara, F., Nomura, Y., Imai, S., Senda, A. e Hanada, N. (2007). Evaluation os Cariogenic Bactéria. *European Journal of Dentistry*, 1, 31-39.
- Novaes, E. e Neves, L. (2004). A Criança e o Desenho Infantil: a Sensibilidade do Educador Mediante uma Produção Artística Infantil. *Revista de Divulgação Técnico-Científica do ICPG*, 2(5) – Abril-Junho/2004, 105-109.
- Novak, J. D. (1988). Constructivismo Humano: Un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 213-223.
- OCDE (2007). *PISA 2006 – Competências Científicas dos Alunos Portugueses*. Edição Electrónica. Lisboa: ME- GAVE.
- Oliveira, A. (2010). Microbiologia do Solo. Em Ferreira, W.F.C; Sousa, J.C.F. e Lima, N. (Coord.). *Microbiologia*. Lisboa: Lidel. 490-504.
- Orth, R. A. e Bushuk, W. (1972). Comparative study of the proteins of wheat of diverse baking quality. *Cereal Chemistry Journal*, 49, 268-275.
- O-saki, K.M e Samiroden, W.D. (1990). Students' conceptions of "living" and "dead". *Journal of Biological Education*, 24(3), 199-207.
- Osborne, J. (2007). Science education for the twenty first century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 173-184.
- Osborne, R. e Freyberg, P. (1991). *El Aprendizaje de las Ciencias - Implicaciones de la Ciencia de los Alumnos*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R. e Duschl, R. (2003). What "ideas about science" should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
- Osborne, J., Wadsworth, P. e Black, P. (1992). Primary SPACE Project research report: *Processes of life*. Liverpool: Liverpool University Press.
- Palma, M.I. (2005). *Educação Ambiental: a formal e a não formal. Contributos dos centros de recursos de Educação Ambiental para a formação das crianças do 1.º Ciclo do Ensino Básico*. Tese de Mestrado. Departamento de Ciências Integradas e Língua Materna. Instituto de Estudos da Criança. Universidade do Minho, Braga.
- Parcerisa, A. (1996). *Materiales curriculares. Como elaborarlos, secuenciarlos y usarlos*. Barcelona: Graó.
- Parente, A. M. e Sousa, J. C. F. (1998). Características Morfológicas e Ultraestruturais dos Microrganismos Procariotas. Em Ferreira, W. F. C e Sousa, J. C .F. *Microbiologia – volume I*. Lisboa: Lidel.

- Parreira, R. e Piedade, J. (2010). Vírus. Em Ferreira, W.F.C.; Sousa, J.C.F. e Lima, N. (Coord.) *Microbiologia*. Lisboa: Lidel.
- Partridge, J. (2006). Conducting a science investigation in a primary classroom. *Teaching Science*, 52(2), 44-45.
- Pelczar, M. J.; Chan, E. C. S. e Krieg, N. R. (1993). *Microbiology – concepts and applications*. McGraw-Hill.
- Pereira, M. (1992). *Didáctica das Ciências da Natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Pereira, A. (2002). *Educação para a Ciência*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Prenzel, M. e Duit, R. (2000). *Increasing the efficiency of science and mathematics instruction: report of a national quality development programme*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (NARST), New Orleans.
- Piaget, J. (1929). *The child's conception of the world*. New York: Harcourt Press.
- Piko, B. F. e Bax, J. (2006). Children's perceptions of health and illness: images and lay concepts in preadolescence. *Health Education Research – Theory & Practice*, 21(5), 643-653.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W. e Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199.
- Pires, D. M. (2002). *Práticas Pedagógicas Inovadoras em Educação Científica*. Tese de Doutoramento. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Pires, D., Morais, A.M. & Neves, I. P. (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade: Estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação*, XII (2), 129-132.
- Pires, D. M. (2010). *Didáctica das Ciências [Colectânea de textos]*. Bragança: Escola Superior de Educação de Bragança.
- Posada, J. A. C. (2001). *Metodología de la investigación – volume 1: Fundamentos*. Salamanca: Amarú Ediciones.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. e Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 66, 211-227.
- Postgate, J. (2002). *Os Micróbios e o Homem*. Lisboa: Editora Replicação.
- Pozo, J. e Carretero, M. (1987). Del pensamiento formal a las concepciones espontáneas: qué cambia en la enseñanza de la ciencia?. *Infancia y aprendizaje*, nº 38. p.35.
- Pozo, J.I. e Crespo, M.A.G. (2006). *Aprender y Enseñar Ciencia*. Madrid: Ediciones Morata, S. L..

- Pozo, J.; Sanz, A.; Gomez, M. A. e Limón, M.. (1991). Las ideas de los alumnos sobre ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1).
- Prout, A. (1985). Science, health and everyday knowledge. *European Journal of Science Education*, 7(4), 399-406.
- Raichvarg, D. (1995). *Louis Pasteur – L'empire des microbes*. Decouvertes Gallimard.
- Ramos, M. (2004). *A literacia científica: uma necessidade urgente; um desafio à Escola*. Contributos para o Painel – Aprendizagens Curriculares, Literacia e Bibliotecas Escolares. Lisboa: Projecto Gulbenkian.
- Raven, P.H., Evert, R.F. e Curtis, H. (2001). *Biologia Vegetal*. 6ª ed.. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.
- Reason, P. e Heron, J. (2000). The practice of co-operative inquiry. Em P. Reason e Bradbury (Eds). *Handbook of action research: participative inquiry and practice*. Londres: Sage
- Reiss, M. J., Tunnicliffe, S. D., Andersen, A. M., Bartoszeck, A., Carvalho, G., Chen, S. e VanRooy, W. (2002). An international study of young people's drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36(2), 58-64.
- René, E. e Guilbert, L. (1994). Les representations du concept de microbe: un construit social contournable? *Didaskalia*, 3, 43-60.
- Rivard, L. P. & Straw, S. B. (2000). The Effect of Talk and Writing on Learning Science: Na Exploratory Study. *Science Education*, 84, 566–593.
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/science literacy. Em S. K. Abell e N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. 729-780.
- Rodrigues, M. J. A. (2011). *Educação em Ciências no Pré-escolar – Contributos de um Programa de Formação*. Tese de Doutoramento (não publicada). Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Rosa, M. e Mohr, A. (2010). Os fungos na escola: análise dos conteúdos de micologia em livros didáticos do ensino fundamental de Florianópolis. *Experiências em Ensino das Ciências*, 5(3), 95-102.
- Russel, T. e Watt, D. (1990). *Primary space project research report: Growth*. Liverpool: Liverpool University Press.
- Sá, I. (2004). Os componentes motivacionais da aprendizagem auto-regulada. Em A. L. Silva, A. M. Duarte, I. Sá, e A. M. Simão (Eds.), *Aprendizagem Auto-regulada pelo Estudante: Perspectivas psicológicas e educacionais*. Porto: Porto Editora. 55-75.

- Sá, J. G. (1996). *Estratégias de Desenvolvimento do Pensamento Científico em Crianças do 1º Ciclo do Ensino Básico*. Tese de Doutoramento. Braga: I.E.C. – Universidade do Minho (não publicado).
- Sá, J. G. (1998). *Ensino Experimental no 1º Ciclo: Uma Abordagem Social-Construtivista e Interdisciplinar; Projecto ENEXP*. Braga: I.E.C. – Universidade do Minho. (texto policopiado).
- Sá, J. G. (2002). *Renovar as Práticas no 1º Ciclo pela via das Ciências da Natureza*. Porto: Porto Editora.
- Sá, J. e Varela, P. (2000). *The Generative Meaning Process of Living Being With Children 6/7 Years Old: Learning to think as a strategy for conceptual development*. Comunicação apresentada na European Conference on Educational Research (ECER 2000). Universidade de Edimburgo, Escócia.
- Sá, J. e Varela, P. (2007). *Das Ciências Experimentais à Literacia: Uma proposta didáctica para o 1.º ciclo*. Porto: Porto Editora.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F. e Lúcio, P. B. (2006). *Metodología de la Investigación*. 4ª Ed. México: McGraw-Hill.
- Sanches Blanco, G. e Valcárcel, M.V. (2000). Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 423-437.
- Santos, M. E. (1991). *Mudança conceptual na sala de aula*. Lisboa: Horizonte
- Santos, M. E. (2001). *A Cidadania na “Voz” dos Manuais Escolares – O que temos? O que queremos?* Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, J.C., Alves, L.F.A., Corrêa, J.J. e Silva, E.R.L. (2007). Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do Ensino Médio de Cascavel, Paraná. *Ciência e Educação*, 13(3), 311-322.
- Scaechter, M. Kolter, R. e Buckley, M. (2004). *Microbiology in the 21st century: Where are we and where are we going?*. A report for the American Academy of Microbiology. Washington, DC: American Society for Microbiology.
- Schlegel, F.M, Muñoz-Jordán, J.L. (2004). *A Classroom Transformed Into a Lab: Microbiology for Elementary School*. Focus on Microbiology Education. Unpublished manuscript. Acesso: <http://www.microbelibrary.org/>. (08-01-2006).
- Scott, P. (1992). Conceptual pathways in learning science: A case study of the development of one student's ideas relating to the structure of matter. Em Duit, R., Goldberg, F. e Niedderer, H. (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*. Proceedings of an international workshop at the University of Bremen. Kiel: IPN. 203-224.

- Sequeira, M. e Freitas, M. (1986). *Death and decomposition of living organisms: children's alternative frameworks*. Paper presented at the annual meeting of the Association for Teacher Education in Europe, Toulouse, France.
- Shepardson, D. P. (2002). Bugs, butterflies, and spiders: Children's understanding about insects. *International Journal of Science Education*, 24(6), 627-643.
- Silva, I. C. (1997). *Influência da luz no crescimento do bolor*. Trabalho final de CESE em Educação Infantil - Didáctica do Meio Físico e da Matemática Elementar (texto não publicado). Secção de Ciências Exactas e da Natureza. DCILM – Instituto de Estudos da Criança. Universidade do Minho.
- Silva, A.L. (2004). A auto-regulação na aprendizagem. A demarcação de um campo de estudo e de intervenção. Em Silva, et al., *Aprendizagem Auto-Regulada pelo Estudante: Perspectivas psicológicas e educacionais* (18-39). Porto: Porto Editora.
- Silva, J.L. (2007). *Natureza da ciência em manuais escolares de ciências da natureza, de biologia e de geologia: imagens veiculadas e operacionalização na perspectiva dos professores e autores*. Tese de Doutoramento. Braga: Universidade do Minho.
- Silva, M. C. (1999). *Os Microrganismos – seres tão imprescindíveis e tão ignorados*. Trabalho final de CESE em Educação Infantil e Básica Inicial – Ramo Didáctica do Meio Físico e da Matemática Elementar (texto não publicado). DCILM – Instituto de estudos da Criança. Universidade do Minho.
- Silva, S.N., Souza, M.L. e Duarte, A.C. (2009). O professor de ciências e sua relação com o livro didático. Em Teixeira, P.M.M. e Razera, J.C.C.R. (Orgs.). *Ensino de ciências: pesquisas e pontos em discussão*. Campinas: Komedi, 147-166.
- Simonneaux, L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with "microbes", as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education*, 6, 619-644.
- Simonneaux, L. (2002). Analysis of classroom debating strategies in the field of biotechnology. *Journal of Biological Education*, 37(1), 9-12.
- Smith, E., e Anderson, C. W. (1986). *Alternative student conceptions of matter cycling in ecosystems*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. San Francisco, CA, U.S.A.
- Solé, I. e Coll, C. (2001). Os professores e a concepção construtivista. Em Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I., & Zabala, A. (2001). *O construtivismo na sala de aula. Novas perspectivas para a acção pedagógica*. Porto: Edições ASA.
- Sousa, A. M. G. (1995). *Os microrganismos e os alimentos – o iogurte*. Trabalho final de CESE em Educação - Didáctica do Meio Físico e da Matemática Elementar (texto não

- publicado). Secção de Ciências Exactas e da Natureza. CEFOPE – Universidade do Minho.
- Springel, K. e Ruckel, J. (1992). Early beliefs about the cause of illness: Evidence against immanent justice. *Cognitive Development*, 7, 429-443.
- Stinner, A. (1992). Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. *Science Education*, 76, 1-16.
- Strike, K. A. e Posner, G. J. (1982). Conceptual change and science teaching. *European Journal of Science Education*, 4(3), 231-240.
- Strike, K. A. e Posner, G. J. (1985). A conceptual change view of learning and understanding. Em L. West and R. Hamilton (Eds.), *Cognitive structure and conceptual change*. London: Academic Press. 211-232.
- Strike, K. A. e Posner, G. J. (1992). A revisionist theory of conceptual change. Em R. A. Dusch e R.J. Hamilton (Eds.), *Philosophy of science, cognitive psychology, and educational theory and practice*. New York: State University of New York Press. 147-176.
- Sylla, C., Coquet, E., Branco, P. e Coutinho, C.P. (2009). *Storytelling through Drawings : Evaluating Tangible Interfaces for Children*. Annual CHI conference on human factors in computing systems, 27, Boston, USA, 2009 – “Proceedings of the 27th Annual CHI Conference on Human Factors in Computing Systems.” [S.l.: ACM, 2009]. 3461-3466.
- Tamir, P., Gal-Choppin, R. e Nussinovitz, R. (1981). How to intermediate and junior high school students conceptualize living and nonliving? *Journal of Research in Science Teaching*, 18(3), 241-248.
- Tamir, P. e Zohar, A. (1991). Anthropomorphisms and teleology in reasoning about biological phenomena. *Science Education*, 16(1), 83-97.
- Teixeira, F., Couceiro, F, Veiga, L, Martins, I. (1999). A Educação Científica veiculada por manuais escolares de Estudo do Meio do 1.º CEB, no que respeita à reprodução humana. Em Trindade, V. (coord.). *Actas do VI Encontro Nacional de Docentes – Educação em Ciências da Natureza*. Évora: Universidade de Évora. 277-288.
- Tenreiro-Vieira, C. (2000). O Pensamento Crítico na Educação Científica. Lisboa: Instituto Piaget, Divisão Editorial. Em Magalhães, S. e Tenreiro-Vieira, (2006). Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 85-110.
- Tenreiro-Vieira, C. (2002). O Ensino das Ciências no Ensino Básico: Perspectiva Histórica e Tendências Actuais. *Psicologia, Educação e Cultura*, VI, 1, 185-201.

- Tenreiro-Vieira, C. (2004). *A influência de programas de formação focados no pensamento crítico, nas práticas de professores de ciências e no pensamento crítico dos alunos*. Tese de doutoramento (não publicada). Lisboa: Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências.
- Tójar, J. C. (2001). *Planificar la investigación educativa. Una propuesta integrada*. Buenos Aires: Fundec.
- Tracana, R. B. (2009). *Educação Ambiental no Ensino Básico e Secundário: Concepções de Professores e Análise de Manuais Escolares*. Tese de Doutoramento em Estudos da Criança - Ramo de Conhecimento Estudo do Meio Físico. Braga: Universidade do Minho.
- Tracana, R.B., Ferreira, C., Ferreira, M.E. e Carvalho, G.S. (2008a) Biodiversity in school textbooks of 13 countries. ERIDOB 2008 Conference (European Researchers in Didactics of Biology), Zeist, The Netherlands, 16-20.
- Tracana, R.B., Ferreira, C., Ferreira, M.E. e Carvalho, G.S. (2008b). Analysing the Theme of Pollution in Portuguese Geography and Biology Textbooks. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 17(3), 199-211.
- Tracana, R.B., Ferreira, M.E. e Carvalho, G.S. (2011). *Environmental education in portuguese school programmes and textbooks in two periods: 1991-2000 and 2001-2006*. International Conference on New Horizons in Education, Guarda, Portugal, June 8-10.
- Trowbridge, L.R. e Bybee, R.W. (1990). *Tornando-se um professor de ciências da escola secundária*. 5ª Edição. Columbus: Merrill Publishing Company.
- Ureña J.L. (2002). *Composición y ecología de la microbiota oral*. 2ªed. Madrid: McGraw-Hill Interamericana de España. 103-571.
- Valente, M.O., Gaspar, A., Lobo, A., Salema, M.H., Morais, M.M. e Cruz, M.N. (1987). *Aprender a Pensar. Projecto DIANOIA*. Lisboa: Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Varela, P. (2001). *Ensino experimental e reflexivo das ciências no 1º ano de escolaridade*. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Braga: I.E.C. – Universidade do Minho: (não publicado).
- Varela, P. (2009). *Ensino Experimental das Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico: construção reflexiva de significados e promoção de competências transversais*. Tese de Doutoramento. Braga : Universidade do Minho
- Vasconcelos, S. D. e Souto, E. (2003). O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência e Educação*, 9(1), 93-104.

- Vasquez, E. (1985). Les representations des enfants sur les microbes. *Feuilles D'Epistemologie Appliquee et de Didactique des Sciences*, 7, 31-36.
- Vieira, N. (2007). Literacia Científica e Educação de Ciências. Dois objectivos para a mesma aula. *Revista Lusófona da Educação*, 10, 97-108.
- Vinuesa, M. L. (2005). La encuesta. Observación extensiva de la realidad social. Em Ma. Rosa Berganza e J.A. Ruiz (Eds.). *Investigar en comunicación*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana.
- Vygostky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. London: Havard University Press.
- Vygostky, L. S. (1985). *Thought and Language*. Cambridge, MA: The M.I.T. Press.
- Vygostky, L. S. (1997). *La imaginación y el arte en la infancia*. México: Fontamara.
- Wellington, J. (Ed.) (1998). *Practical Work in School Science. Which way now?* London, New York: Routledge.
- Williams, R. P., e Gillen, A. L. (1991). Microbe phobia and kitchen microbiology. *The American Biology Teacher*, 53, 10-11.
- Williams, T., Wetton, N. e Moon, A. (1989). *A picture of health: What do you do that makes you healthy and keeps you healthy?* London: Health Education Authority.
- Woese, C. R., Kandler, O. e Wheelis, M. L. (1990). Toward a natural system of organisms: Proposal for the domain Archea, Bacteria, and Eucarya. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 87, 4576-4579.
- Yu, S. M. (2003a). *Assess students' understanding of key ecological concepts*. Forth International Conference of the European Science Education Research Association. E. S. E. R. A., Noordwijkerhout, Netherlands, August 19-23, 2003. 56-57.
- Yu, S. M. (2003b). *Assess primary and secondary students' understanding of matter cycling and energy flow*. Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Philadelphia, Pennsylvania, U. S. A., March 23-26, 2003. pp.251.
- Zohar, A. e Ginossar, S. (1998). Lifting the taboo regarding teleology and anthropomorphism in biology education – heretical suggestions. *Science Education*, 82(6), 679-697.
- Zômpero, A.F. e Laburú, C.E. (2010). A decomposição da matéria orgânica nas concepções de alunos do ensino fundamental: Aspectos relativos à educação ambiental. *Experiências em Ensino de Ciências*, 5(1), 67-75.

Manuais escolares analisados na Fase 1:

- [M1] Peralta, C.R. e Calhau, M.B. (1996). *Vida Mágica*. Ciências da Natureza - 6.º ano. Porto: Porto Editora.
- [M2] Motta, L., Viana, M.A. e Isaías, E. (2000). *Bio Vida*. Ciências da Natureza – 6.º ano. Porto: Porto Editora.
- [M3] Peralta, C.R., Calhau, M.B. e Sousa, M.F. (2006). *Magia da Vida*. Ciências da Natureza – 6.º ano. Porto: Porto Editora.
- [M4] Peralta, C.R. e Calhau, M.B. (1992). *Terra Mágica*. Ciências da Natureza – 5º ano. Porto: Porto Editora.
- [M5] Soeiro, F. (2000). *Ciências*. Ciências da Natureza – 5º ano. Lisboa: Texto Editora.
- [M6] Peralta, C.R., Calhau, M.B. e Sousa, M.F. (2005). *Magia da Terra*. Ciências da Natureza – 5.º ano. Porto: Porto Editora.
- [M7] Castro, N., Coimbra, I. e Trigo, J. (1993). *Gosto de Descobrir*. Estudo do Meio - 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Edições Nova Gaia.
- [M8] Miranda, A. e Lopes, C.F. (2000). *Novo Retintim*. Estudo do Meio – 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Porto Editora.
- [M9] Rocha, A., Lago, C. e Linhares, M. (2006). *Amiguinhos*. Estudo do Meio – 4.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Lisboa: Texto Editores.
- [M10] Castro, N., Coimbra, I. e Trigo, J. (1993). *Gosto de Descobrir*. Estudo do Meio – 3.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Edições Nova Gaia.
- [M11] Dinis, C. e Lima, F. (2001). *Aventura do Meio 3*. Estudo do Meio – 3.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Porto Editora.
- [M12] Castro, M.J., Gomes, F. e Costa, M.T. (2007). *Trampolim 3*. Estudo do Meio – 3.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Porto Editora.
- [M13] Ramalho, M. (1994). *Caminhos da Nossa Terra*. Estudo do Meio – 2.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Porto editora.
- [M14] Pinto, A. e Carneiro, M.A. (2000). *Bambi 2*. Estudo do Meio – 2.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Porto Editora.
- [M15] Sá, I. A., Guimarães, I. e Pinto, M.J. (2006). *Trampolim 2*. Estudo do Meio – 2.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Porto Editora.
- [M16] Miranda, A. e Lopes, C.F. (1995). *Novo Retintim*. Estudo do Meio – 1.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Porto Editora.
- [M17] Miranda, A. e Lopes, C.F. (1999). *Novo Retintim 1*. Estudo do Meio – 1.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Porto: Porto Editora.
- [M18] Rocha, A., Lago, C. e Linhares, M. (2007). *Clube dos Cinco*. Estudo do Meio – 1.º ano do 1.º Ciclo do Ensino Básico. Lisboa: Texto Editores.

ANEXOS

ANEXO I - GRELHAS A - 6º ANO DE ESCOLARIDADE (M1-M3)

Manual analisado: M1													
Ano em estudo: 1993													
Secção do programa em análise	Conteúdos	Tipo de Imagem			Qualidade da imagem			Tipo de legenda		Informação textual			
		F	D	E	NC	CI	CC	Exp	D	NC	CI	CC	
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICRÓBIOS	Os Microorganismos	Microorganismos causadores de doenças	4:211	-	-	-	4:211	-	1:211	3:211	2:211	-	-
			-	1:211	-	1:211	-	-	-	-	-	-	-
			6:212	-	-	1:212	4:212	1:212	4:212	2:212	-	-	-
			3:213	-	-	3:213	-	-	2:213	-	-	-	-
			1:218	-	-	1:218	-	-	-	1:218	-	-	-
			Total ocorrências:	14	1	0	6	8	1	7	6	2	0
	Meios de defesa contra as agressões microbianas – a prevenção da doença.	As defesas naturais	2:221	-	-	1:221	-	1:221	-	-	3:221	-	-
			-	2:221	-	2:221	-	-	2:221	-	-	-	-
			2:222	-	2:222	-	1:222	1:222	3:222	1:222	-	-	-
			4:223	4:223		4:223	3:223	1:223	3:223	1:223	-	-	-
			4:228			4:228					4:228	-	-
			Total ocorrências:	12	6	2	11	4	2	8	2	4	0
	Meios de defesa contra as agressões microbianas – a prevenção da doença.	As vacinas	2:229	4:229	-	6:229	-	-	1:229	1:229	-	-	-
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1:231
		Total ocorrências:	2	4	0	6	0	0	1	1	0	0	1

Manual analisado: M2													
Ano em estudo: 2000													
Secção do programa em análise	Conteúdos	Tipo de Imagem			Qualidade da imagem			Tipo de legenda		Informação textual			
		F	D	E	NC	CI	CC	Exp	D	NC	CI	CC	
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICROBIOS	Os Microorganismos	Microorganismos causadores de doenças	7:204	-	-	-	7:204	-	-	7:204	-	-	2:205
			-	4:207	-	4:207	-	-	-	1:207	-	-	-
			2:209	-	1:209	-	2:209	-	-	2:209	-	-	5:209
		Total ocorrências:	9	4	1	4	9	0	0	10	0	0	7
	Meios de defesa contra as agressões microbianas – a prevenção da doença.	As defesas naturais	-	7:218	-	7:218	-	-	-	-	-	-	-
			2:219	-	-	-	2:219	-	-	2:219	-	-	6:219
			-	5:220	-	5:220	-	-	-	-	-	-	-
			1:221	-	-	-	1:221	-	-	1:221	-	2:221	4:221
			Total ocorrências:	3	12	0	12	3	0	0	3	2	1
		As vacinas	1.223	3:223	-	4:223	-	-	-	2:223	-	-	6:223
		Total ocorrências:	1	3	0	4	0	0	0	2	0	0	6
		TOTAL MANUAL:	13	19	1	20	12	0	0	15	2	1	23

Manual analisado: M3

Ano em estudo: 2006

Secção do programa em análise	Conteúdos	Tipo de Imagem			Qualidade da imagem			Tipo de legenda		Informação textual			
		F	D	E	NC	CI	CC	Exp	D	NC	CI	CC	
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICRÓBIOS	Os Microorganismos	Microorganismos causadores de doenças	1:195	-	-	-	1:195	-	-	1:195	-	-	-
			4:196	-	-	-	4:196	-	-	4:196	-	-	1:196
			6:197	-	-	-	6:197	-	-	5:197	-	-	-
			1:199	-	-	-	-	1:199	-	-	-	-	-
			4:200	-	-	-	4:200	-	-	-	-	-	7:200
			Total ocorrências:	16	0	0	0	15	1	0	10	-	-
	Meios de defesa contra as agressões microbianas – prevenção da doença	As defesas naturais	5:202	-	-	2:202	-	3:202	3:202	-	-	-	2:202
			3:203	-	-	-	-	3:203	3:203	-	-	-	-
			-	1:203	-	-	1:203	-	-	1:203	-	-	-
			-	2:204	-	-	-	-	-	-	-	-	6:204
			1:205	-	-	1:205	-	-	-	-	-	-	-
			-	-	1:205	-	-	1:205	-	-	-	-	-
			5:208	-	-	3:208	-	-	1:208	-	-	-	-
			Total ocorrências:	14	3	1	6	1	7	7	1	0	0
		As vacinas	3:209	-	-	3:209	-	-	1:209	-	-	-	-
			-	3:210	-	3:210	-	-	-	1:210	-	-	2:210
		Total ocorrências:	3	3	0	6	0	0	1	1	0	0	2
		TOTAL MANUAL:	33	6	1	12	16	8	8	12	0	0	18

ANEXO II – GRELHAS A - 5º ANO DE ESCOLARIDADE (M4-M6)

Manual analisado: M4												
Ano em estudo: 1992												
Secção do programa em análise	Conteúdos	Tipo de Imagem			Qualidade da imagem			Tipo de legenda		Informação textual		
		F	D	E	NC	CI	CC	Exp	D	NC	CI	CC
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	Serres unicelulares e serres pluricelulares	3:148	-	-	-	3:148	-	-	1:148	-	-	1:148
		1:149	-	-	1:149	-	-	-	1:149	-	-	-
	Total ocorrências:	4	0	0	1	3	0	0	2	0	0	1
	Classificação dos serres vivos	2:154	-	-	-	2:154	-	-	2:154	-	-	1:154
	Total ocorrências:	2	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1
TOTAL MANUAL:	6	0	0	1	5	0	0	4	0	0	2	

Manual analisado: M5												
Ano em estudo: 2000												
Secção do programa em análise	Conteúdos	Tipo de Imagem			Qualidade da imagem			Tipo de legenda		Informação textual		
		F	D	E	NC	CI	CC	Exp	D	NC	CI	CC
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	Serres unicelulares e serres pluricelulares	5:137	-	-	-	5:137	-	-	5:137	1:137	-	-
		1:138	-	-	-	-	1:138	-	1:138	-	-	-
		4:143	-	-	-	4:143	-	-	4:143	-	-	-
	Total ocorrências:	10	0	0	0	9	1	0	10	1	0	0
	Classificação dos serres vivos	3:147	-	-	-	3:147	-	2:147	1:147	-	-	-
Total ocorrências:	3	0	0	0	3	0	2	1	0	0	0	
TOTAL MANUAL:	13	0	0	0	12	1	2	11	1	0	0	

Manual analisado: M6												
Ano em estudo: 2005												
Secção do programa em análise	Conteúdos	Tipo de Imagem			Qualidade da imagem			Tipo de legenda		Informação textual		
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS		F	D	E	NC	CI	CC	Exp	D	NC	CI	CC
	Serres unicelulares e serres pluricelulares	-	1:136	-	-	1:136	-	1:136	-	-	-	4:138
		4:137	-	-	1:137	-	3:137	-	4:137	-	-	-
	Total ocorrências:	4	1	0	1	1	3	1	4	0	0	4
	Classificação dos serres vivos	3:142	-	-	-	3:142	-	-	3:142	-	-	-
Total ocorrências:	3	0	0	0	3	0	0	3	0	0	0	
TOTAL MANUAL:	7	1	0	1	4	3	1	7	0	0	4	

ANEXO III – GRELHAS A1 - 6º ANO DE ESCOLARIDADE (M1-M3)

Manual analisado: M1				
Ano em estudo: 1993				
Secção do programa	Conteúdos	Abordagem aos conteúdos (tipo de abordagem ao conteúdo / conotação dada aos microrganismos)	Nº Pág.	
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICRÓBIOS	Microorganismo prejudiciais ao Homem (-)	<p>Microrganismos Causadores de doenças</p> <p>Microrganismos responsáveis pela deterioração de alguns alimentos</p>	<p>- Fotos e desenhos que evidenciam alguns microrganismos responsáveis por algumas doenças no Homem como a cárie dentária, tuberculose, intoxicação alimentar e o pé de atleta.</p> <p>- Algumas associações entre fotos de microrganismos e fotos dos respetivos animais, plantas e pessoas por eles afetados.</p> <p>- Desenhos com caricaturas com conotação negativa de microrganismos atacando o corpo humano.</p> <p>- Fotos representativas da ação de fungos na deterioração de alguns alimentos (fruta).</p> <p>- Proposta de atividade experimental relacionada com o tema.</p>	3 0,75 2
	Total:			5,75
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICRÓBIOS	Microorganismo úteis ao Homem e à Natureza (+)	<p>Microrganismos no auxílio no combate à doença</p> <p>Os microrganismos no fabrico de alimentos</p> <p>Relação benéfica com outros seres vivos</p> <p>Microrganismos no tratamento de águas residuais</p>	<p>- Microrganismos como constituintes de vacinas que ajudam o Homem a combater determinadas doenças.</p> <p>- Referência à existência de microrganismos que o Homem utiliza para a produção de alimentos como o iogurte e o pão (fotos e texto).</p> <p>- Referência a microrganismos que ajudam algumas plantas na obtenção de azoto atmosférico (fotos e texto) Esta referência é feita numa página com conteúdo secundário ("sabes que...") separado do texto principal.</p>	2 0,75 0,25
Total:			3	

Manual analisado: M2

Ano em estudo: 2000

Secção do programa		Conteúdos	Abordagem aos conteúdos (tipo de abordagem ao conteúdo / conotação dada aos microrganismos)	Nº Pág.
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO - OS MICRÓBIOS	Microorganismo prejudiciais ao Homem (-)	Microrganismos Causadores de doenças	<ul style="list-style-type: none"> - Imagens (caricaturas) de microrganismos causando uma infeção. - Imagens (fotos) do efeito provocado por alguns microrganismos no homem (pé de atleta) e em vegetais (Morrão do milho). - Referência ao facto de alguns microrganismos poderem ser transmitidos ao Homem através dos alimentos, e da água originando doenças como gastroenterites. - Os alimentos contaminados são também referidos como um modo de transmissão podendo originar intoxicações alimentares. - Referência ao ar como via de transmissão de doenças relacionadas com o sistema respiratório (ex: através da fala, espirro e tosse). 	0,5 0,25 0,5
		Microrganismos responsáveis pela deterioração de alguns alimentos	<ul style="list-style-type: none"> - Importância das doenças infecciosas nos vegetais dado poderem provocar prejuízos na agricultura e afetar a disponibilidade de alimento. - Tema não abordado neste manual 	0,25
			Total:	1,5

Microorganismo úteis ao Homem e à Natureza (+)	Microrganismos no auxílio no combate à doença	- Referência (foto e texto) a microrganismos utilizados no fabrico de medicamentos como reguladores da flora intestinal e antibióticos. Importância de alguns microrganismos na produção de vacinas e antibióticos.	3
	Os microrganismos no fabrico de alimentos	- Referência (foto e texto) que existem alguns microrganismos que são produtores de alimentos como o iogurte, pão, cerveja.	2
	Relação benéfica com outros seres vivos	- Papel de algumas bactérias úteis para algumas plantas (ex. tremoceiro) pois permitem a absorção de alguns sais minerais do solo em maior quantidade.	0,25
	Microrganismos no tratamento de águas residuais	- Papel de alguns microrganismos na decomposição de folhas, ramos e cadáveres da floresta transformando-a em sais minerais e enriquecendo o solo. - Referência (texto) à importância do papel dos microrganismos no tratamento das águas residuais. Refere-se que bactérias utilizadas neste processo transformam lixo orgânico em matéria mineral e gás. A matéria mineral servirá para adubo e o gás como biogás (fonte de energia).	0,25 .
		Total:	5,75

Manual analisado: M3			
Ano em estudo: 2006			
Secção do programa	Conteúdos	Abordagem aos conteúdos (tipo de abordagem ao conteúdo / conotação dada aos microrganismos)	Nº Pág.
AGRESSÕES DO MEIO E INTEGRIDADE DO ORGANISMO HUMANO	Microrganismos Causadores de doenças	<ul style="list-style-type: none"> - Imagens (fotos) do efeito provocado por alguns microrganismos no homem (pé de atleta) e em vegetais (Morrão do milho). - Imagens de microrganismos causadores de doenças como as bactérias da cárie dentária, da tuberculose, vírus da gripe, VIH e febre aftosa; protozoário responsável pela malária. (surgem 3 categorias de microrganismos causadores de doença). - Modos de transmissão de microrganismos causadores de doença (feridas abertas, água, ar, alimentos e contacto sexual) - Imagens (caricaturas) de microrganismos invadindo o organismo/causando infeção. 	0,25 1,5 0,25
	Microrganismo prejudiciais ao Homem (-)	<ul style="list-style-type: none"> - Efeito de alguns fungos na deterioração de alimentos (frutos). - Proposta de atividade experimental relacionada com o tema. 	2
Total:			4

Microorganismo úteis ao Homem e à Natureza (+)	Microrganismos no auxílio no combate à doença	<ul style="list-style-type: none"> - Importância de alguns microrganismos na produção de vacinas/importância das vacinas. - Explicação do processo de atuação das vacinas utilizando imagens com caricaturas, de auxílio ao texto. - Referência à biotecnologia e o uso dos microrganismos para a produção de medicamentos que auxiliam no combate à doença. 	2
	Os microrganismos no fabrico de alimentos	- Referência que existem alguns microrganismos que ajudam o Homem na produção de alimentos como o queijo, iogurte e o pão. Conteúdo abordado de forma secundária sendo proposto a realização de pesquisa sobre o tema.	0,25
	Relação benéfica com outros seres vivos	Este tema não é abordado neste manual.	0,75
	Microrganismos no tratamento de águas residuais	Este tema não é abordado neste manual.	
		Total:	3

Nota: Em todos os manuais do 6º ano analisados surge a referência que nem todos os microrganismos são patogénicos. Além dos patogénicos, existem outros que são fator de progresso e auxiliam o ser humano.

ANEXO IV – GRELHAS A1 - 5º ANO DE ESCOLARIDADE (M4-M6)

Manual analisado: M4			
Ano em estudo: 1992			
Secção do programa em análise	Conteúdos	Abordagem aos conteúdos (tipo de abordagem, conotação dada aos microrganismos)	Nº páginas
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	Seres unicelulares e seres pluricelulares	<ul style="list-style-type: none"> - Reconhecimento dos microrganismos como seres vivos unicelulares. - Referência a Leeuwenhoek como o primeiro investigador a observar microrganismos utilizando um microscópio rudimentar. - Proposta de uma atividade experimental simples para observação de microrganismos de uma infusão. 	1
		<ul style="list-style-type: none"> - Abordagem ao microscópio como ferramenta para observar células. Constituição e modo de funcionamento do microscópio. - Não é atribuído qualquer conotação (negativa ou positiva) aos microrganismos. 	1,5
	Total:	6,5	
	Classificação dos seres vivos	<ul style="list-style-type: none"> - Os microrganismos são incluídos no sistema de classificação dos seres vivos, nos reinos Monera e Protista. 	1
		Total:	1

Manual analisado: M5			
Ano em estudo: 2000			
Secção do programa em análise	Conteúdos	Abordagem aos conteúdos (tipo de abordagem, conotação dada aos microrganismos)	Nº paginas
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	Serres unicelulares e serres pluricelulares	- Reconhecimento dos microrganismos como serres vivos unicelulares.	1
		- Referência a Leeuwenhoek como o primeiro investigador a observar microrganismos utilizando um microscópio rudimentar.	1
		- Proposta de uma atividade experimental simples para observação de microrganismos de uma infusão.	4
- Abordagem ao microscópio como ferramenta para observar células. Constituição e modo de funcionamento do microscópio.		0,25	
- Referência ao microscópio eletrónico como ferramenta para observar microrganismos que não se conseguem observar ao microscópio ótico, como vírus (microrganismos causadores de doenças – conotação negativa).		0,25	
		- Referência que alguns microrganismos podem ser úteis ao Homem como os que entram na produção do iogurte (conotação positiva).	
		Total:	6,5
	Classificação dos serres vivos	- Os microrganismos são incluídos no sistema de classificação dos serres vivos, nos reinos Monera e Protista.	1
		Total:	1

Manual analisado: M6

Ano em estudo: 2005

Secção do programa em análise	Conteúdos	Abordagem aos conteúdos (tipo de abordagem, conotação dada aos microrganismos)	Nº páginas
UNIDADE NA DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS	Seres unicelulares e seres pluricelulares	- Reconhecimento dos microrganismos como seres vivos unicelulares.	1
		- Referência a Leeuwenhoek como o primeiro investigador a observar microrganismos utilizando um microscópio rudimentar.	1
		- Proposta de uma atividade experimental simples para observação de microrganismos de uma infusão.	0,25
		- Referência ao microscópio como ferramenta útil para observar células.	0,25
		Total:	2,5
	Classificação dos seres vivos	- Os microrganismos são incluídos no sistema de classificação dos seres vivos, nos reinos Monera e Protista.	1
		Total:	1

este manual substitui o ano 2006/2007 dado o sistema de adoção de manuais terem adotado esta manual desde 2004/2005 até 2009/2010 (Fonte: DGIC calendário previsto da adoção dos manuais escolares para os vários anos de escolaridade).

ANEXO V – GRELHAS B (5.º+ 6.º ANOS) – PARÂMETROS

PARÂMETRO 1

		92/93								
Manual		Conteúdos	Tipo de imagem			Pedagogia da imagem			Função do texto	
			D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp	
Microorganismos como parte constituinte do mundo vivo (e.g.	M16	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro nestes anos de escolaridade								
	M13									
	M10									
	M7									
	M4	5º ANO	Seres unicelulares. Classificação dos seres vivos.	1:146 1:148	1:146 3:148 2:154	-	1:146 1:146 1:148 3:148	2:154	-	Inf.
	Total ocorrências:			2	6	0	6	2	0	Inf:1/Exp:0
	M1	6º ANO	Micróbios causadores de doença	1:211	4:210 4:211 6:212		4:211		4:210 1:211 6:212	Inf.
Total ocorrências:			1	14	0	4	0	11	Inf:1/Exp:0	
TOTAL ANO			3	20	0	10	2	11	Inf:2 / Exp:0	

99/00											
Manual	Conteúdos			Tipo de imagem			Pedagogia da imagem			Função do texto	
				D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp	
<i>Microorganismos como parte constituinte do mundo vivo (e.g.</i>	M17	M14	1ºANO								
	M11	M8	3ºANO								
	M5	M2	5ºANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro nestes anos de escolaridade							
	M5	M2	5ºANO	Seres unicelulares. Classificação dos seres vivos.	1:141	1:137 5:137 1:138 4:143 3:147		5:137 1:147	1:137 1:141 1:138 2:147	4:143	Inf.
	Total ocorrências:				1	14	0	6	5	4	Inf:1/Exp:0
	M2	M2	6ºANO	Micróbios causadores de doença	4:207	8:204 2:209		4:207 2:207		8:204	Inf./Exp.
	Total ocorrências:				4	10	0	6	0	8	Inf:1/Exp:1
TOTAL ANO				5	24	0	12	5	12	Inf:2 / Exp:1	

06/07										
Manual		Conteúdos		Tipo de imagem			Pedagogia da imagem			Função do texto
				D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp
Microorganismos como parte constituinte do mundo vivo (e.g.	M18	M18	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro nestes anos de escolaridade							
	M15	M15								
	M12	M12								
	M9	M9								
	M6	M6	Seres unicelulares. Classificação dos seres vivos.	2:136	1:136 4:137 3:142		3:142		2:136 1:136 4:137	Inf.
			Total ocorrências:	2	8	0	3	0	7	Inf:1/Exp:0
	M3	M3	Micróbios causadores de doença		1:195 4:196 6:197		1:195 4:196		6:197	Inf.
		Total ocorrências:	0	11	0	5	0	6	Inf:1/Exp:0	
TOTAL ANO			2	19	0	8	0	13	Inf:2 / Exp:0	

PARÂMETRO 2

		92/93								
	Manual	Conteúdos	Tipo de imagem			Pedagogia da imagem			Função do texto	
			D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp	
Microorganismos e Saúde (e.g. vacinas, doenças, higiene do corpo, dos alimentos e dos espaços)	M16	1º ANO	Reconhecimento das normas de higiene do corpo e dos alimentos: lavar as mãos antes de comer, lavar os dentes, lavar os alimentos;	3:42 1:44	-	-	3:42	1:44	-	-
			Conhecimento e aplicação das normas de vigilância da sua saúde (ida periódicas ao médico, boletim individual de saúde).	1:46	1:47	-	1:46	-	1:47	-
			Total ocorrências:	5	1	0	4	1	1	Inf:0/Exp:0
	M13	2º ANO	Hábitos de higiene diária, higiene dos espaços de uso coletivo.	3:30 2:31 3:37	-	-	3:30 2:31	3:37	-	Inf.
			Importância da água potável.	4:35 5:36	-	-	-	4:35 5:36	-	Exp.
			Reconhecimento da importância da vacinação para a saúde.	-	-	-	-	-	-	-
	Total ocorrências:			17	0	0	5	12	0	Inf:1/Exp:1
	M10	3º ANO	Reconhecimento de algumas regras de primeiros socorros.	1:22 2:23	-	-	1:22	2:23	-	Inf.
			Total ocorrências:	3	0	0	1	3	0	Inf:1/Exp:0
	M7	4º ANO	A função protetora da pele	4:15	-	1:14	4:15	1:14	-	Inf./Exp.
			Conhecimento de regras de primeiros socorros	1:17	-	-	1:17	-	-	Inf.
	Total ocorrências:			5	0	1	5	1	0	Inf:2/Exp:1
	M4	5º ANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade							
	M1	6º ANO	Conhecimento de microrganismos causadores de doenças de modo a prevenir os seus efeitos.	1:211	4:211 6:212 3:213	-	4:211 1:211	-	6:212 3:213	Inf.
			O papel das vacinas na prevenção da doença e os cuidados a ter quando existe perigo de contágio.	3:229	2:229	-	-	-	2:229 3:229	-
			Regras de higiene como lavar os dentes depois de comer, lavar as mãos antes de comer, e depois de ir à casa de banho...)	-	-	-	-	-	-	-
Condições de higiene dos lugares habitados (escola, casa, bares, cantina, fábricas bibliotecas) e importância destes estarem em conformidade com as recomendações sanitárias legais.			-	-	-	-	-	-	-	
Total ocorrências:			4	15	0	5	0	14	Inf:1/Exp:0	
TOTAL ANO			34	16	1	20	17	15	Inf:5 / Exp:2	

		99/00								
Manual	Conteúdos		Tipo de imagem			Pedagogia da imagem		Função do texto		
			D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp	
Microorganismos e saúde (e.g. vacinas, doenças, higiene do corpo, dos alimentos e dos espaços)	M17	1º ANO	Reconhecimento das normas de higiene do corpo e dos alimentos: lavar as mãos antes de comer, lavar os dentes, lavar os alimentos;	3:42 1:44	-	-	-	3:42 1:44	-	-
			Conhecimento e aplicação das normas de vigilância da sua saúde (ida periódicas ao médico, boletim individual de saúde).	1:46	1:47	-	-	1:46	1:47	-
	Total ocorrências:			5	1	0	0	5	1	Inf:0/Exp:0
	M14	2º ANO	Hábitos de higiene diária, higiene dos espaços de uso coletivo.	1:32 3:33 4:39 4:40	-	-	1:32 3:33 4:39 4:40	-	-	Inf.
			Importância da água potável.	5:37	-	-	1:37	4:37	-	Inf.
			Reconhecimento da importância da vacinação para a saúde.	1:42	-	-	-	-	1:42	Inf
			Total ocorrências:	18	0	0	13	4	1	Inf:3/Exp:0
	M11	3º ANO	Reconhecimento de algumas regras de primeiros socorros.	2:31 3:32 5:33	1:31	-	1:31 1:31 3:32	1:31 - 5:33	-	Inf./Exp.
	Total ocorrências:			10	1	0	5	6	0	
	M8	4º ANO	A função protetora da pele	1:14	-	1:14	1:14	1:14	-	Inf./Exp.
			Conhecimento de regras de primeiros socorros	3:16	-	-	3:16	-	-	Inf.
	Total ocorrências:			4	0	1	4	1	0	Inf:3/Exp:2
	M5	5º ANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade							
	M2	6º ANO	Conhecimento de microrganismos causadores de doenças de modo a prevenir os seus efeitos.	4:207	8:204 2:209	-	4:207 2:209	-	8:204	Inf./Exp.
			O papel das vacinas na prevenção da doença e os cuidados a ter quando existe perigo de contágio.	-	1:223	-	1:223	-	-	Inf.Exp.
Regras de higiene como lavar os dentes depois de comer, lavar as mãos antes de comer, e depois de ir à casa de banho...)			-	1:233	-	1:233	-	-	Inf.	
Condições de higiene dos lugares habitados (escola, casa, bares, cantina, fábricas bibliotecas) e importância destes estarem em conformidade com as recomendações sanitárias legais.			-	-	-	-	-	-	-	
Total ocorrências:			4	12	0	8	0	8	Inf:3/Exp:2	
TOTAL ANO			41	14	1	30	16	10	Inf:9 / Exp:4	

		06/07								
Manual	Conteúdos		Tipo de imagem			Pedagogia da imagem		Função do texto		
			D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp	
Microorganismos e saúde (e.g. vacinas, doenças, higiene do corpo, dos alimentos e dos espaços)	M18	1º ANO	Reconhecimento das normas de higiene do corpo e dos alimentos: lavar as mãos antes de comer, lavar os dentes, lavar os alimentos;	1:17 2:19 3:20	1:20 1:20	-	1:20 1:20	3:20	1:17 2:19	Inf.
			Conhecimento e aplicação das normas de vigilância da sua saúde (ida periódicas ao médico, boletim individual de saúde).	-	3:22	-	-	-	3:22	Inf.
	Total ocorrências:			6	5	0	2	3	6	Inf:2/Exp:0
	M15	2º ANO	Hábitos de higiene diária, higiene dos espaços de uso coletivo.	1:9 2:33 1:36 4:39	2:9 3:34	-	1:9 2:9 2:33 3:34	1:36 4:39	-	Inf./Exp.
			Importância da água potável.	-	3:37	-	3:37	-	-	Exp.
			Reconhecimento da importância da vacinação para a saúde.	-	1:34	-	-	1:34	-	Exp.
	Total ocorrências:			8	9	0	11	6	0	Inf:1/Exp:3
	M12	3º ANO	Reconhecimento de algumas regras de primeiros socorros.	2:69	-	-	-	2:69	-	Inf.
	Total ocorrências:			2	0	0	0	2	0	Inf:1/Exp:0
	M9	4º ANO	A função protetora da pele	1:18	-	1:18	1:18	1:18	-	Inf./Exp.
			Conhecimento de regras de primeiros socorros	2:22	1:22 1:23	-	2:22	1:22 1:23	-	Inf.
	Total ocorrências:			3	2	1	3	3	0	Inf:2/Exp:1
	M6	5º ANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade							
	M3	6º ANO	Conhecimento de microrganismos causadores de doenças de modo a prevenir os seus efeitos.	1:195	4:196 6:197	-	1:195 1:196	-	6:197	Inf.
			O papel das vacinas na prevenção da doença e os cuidados a ter quando existe perigo de contágio.	-	3:209	3:210	3:209	3:210	-	Inf./Exp.
			Regras de higiene como lavar os dentes depois de comer, lavar as mãos antes de comer, e depois de ir à casa de banho...)	-	3:208	-	-	-	3:208	-
Condições de higiene dos lugares habitados (escola, casa, bares, cantina, fábricas bibliotecas) e importância destes estarem em conformidade com as recomendações sanitárias legais.			-	3:206 4:207	-	-	-	3:206 4:207	Inf.	
Total ocorrências:			1	23	3	5	3	16	Inf:3/Exp:1	
TOTAL ANO			20	39	4	21	17	22	Inf:9 / Exp:5	

PARÂMETRO 3

			92/93								
Manual			Conteúdos	Tipo de imagem			Pedagogia da imagem		Função do texto		
				D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp	
<i>Microorganismos e alimentos</i>	M16	1ºANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade								
		M13	2ºANO	Importância do prazo de validade dos alimentos	-	-	-	-	-	-	Inf.
	M10	3ºANO	Como se conservam os produtos alimentares, condições de armazenamento e manuseamento	-	-	-	-	-	-	-	-
			Prazo de validade dos alimentos	-	-	-	-	-	-	-	-
			Agricultura como fonte de matérias-primas (trigo/farinha, uvas/vinho, tomate/concentrado)	3:98 3:105	-	-	3:105	3:98	-	-	Inf.
			Produção de laticínios e enchidos	2:99 3:105	-	-	3:105	2:99	-	-	Inf.
			As conservas	-	-	-	-	-	-	-	-
	Total ocorrências:			11	0	0	8	3	0	Inf:2/Exp:0	
	M7	4ºANO	Principais produtos agrícolas e ligados à pecuária portuguesa	1:103 1:106	-	-	1:103 1:106	-	-	Inf.	
			Produtos da indústria portuguesa (conservas)	1:108 2:109	-	-	2:109	-	1:108	Inf.	
	Total ocorrências:			5	0	0	4	0	1	Inf:2/Exp:0	
	M4	5ºANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade								
	M1	6ºANO	Importância da análise do rótulo de embalagens para observar o período de validade de alguns alimentos.	-	-	-	-	-	-	-	
			Conservação dos alimentos (conteúdo presente neste manual mas ausente no programa)	-	1:36 1:37	-	-	1:36	-	1:37	Inf.
Total ocorrências:			0	2	0	0	1	1	Inf:1/Exp:0		
TOTAL ANO			16	2	0	12	4	2	Info:6 / Exp: 0		

			99/00								
Manual			Conteúdos	Tipo de imagem			Pedagogia da imagem		Função do texto		
				D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp	
Microorganismos e alimentos (e.g. produção, prazo de validade, transformação e conservação dos alimentos)	M17	1º ANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade								
	M14	2º ANO	Importância do prazo de validade dos alimentos	1:38	-	-	-	-	1:38	Inf.	
	Total ocorrências:			1	0	0	0	0	1	Inf:1/Exp:0	
	M11	3º ANO	Como se conservam os produtos alimentares, condições de armazenamento e manuseamento.	-	1:99	-	-	1:99	-	-	Inf.
			Prazo de validade dos alimentos	-	-	-	-	-	-	-	Inf.
			Agricultura como fonte de matérias-primas (trigo/farinha, uvas/vinho, tomate/concentrado).	-	5:131	-	-	5:131	-	-	Inf.
			Produção de lacticínios e enchidos	-	3:135	-	-	3:135	-	-	Inf.
			As conservas	-	2:137	-	-	2:137	-	-	Inf.
	Total ocorrências:			0	11	0	10	0	0	Inf:5/Exp:0	
	M8	4º ANO	Principais produtos agrícolas e ligados à pecuária portuguesa	1:114 1:115 1:118	1:114 1:115	-	-	1:114 1:115	1:114 1:115 1:118	-	Inf./Exp.
			Produtos da indústria portuguesa (conservas)	1:117	1:117	-	-	1:117	1:117	-	Inf.
	Total ocorrências:			4	3	0	3	4	0	Inf:2/Exp:1	
	M5	5º ANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade								
	M2	6º ANO	Importância da análise do rótulo de embalagens para observar o período de validade de alguns alimentos.	-	-	-	-	-	-	-	-
			Conservação dos alimentos (conteúdo presente neste manual mas ausente no programa)	-	4:21	-	-	-	4:21	-	Inf./Exp.
Total ocorrências:			0	4	0	0	4	0	Inf:1/Exp:1		
TOTAL ANO			5	18	0	13	8	1	Inf:9 / Exp:2		

			06/07								
Manual			Conteúdos	Tipo de imagem			Pedagogia da imagem		Função do texto		
				D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp	
Microorganismos e alimentos (e.g. produção, prazo de validade, transformação e conservação dos alimentos)	M18	1º ANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade								
	M15	2º ANO	Importância do prazo de validade dos alimentos	-	4:37	-	-	4:37	-	Inf.	
	Total ocorrências:			0	4	0	0	4	0	Inf:1/Exp:0	
	M12	3º ANO	Como se conservam os produtos alimentares, condições de armazenamento e manuseamento.	-	2:135	-	-	2:135	-	-	Inf.
			Prazo de validade dos alimentos	-	-	-	-	-	-	-	-
			Agricultura como fonte de matérias-primas (trigo/farinha, uvas/vinho, tomate/concentrado)	-	3:130	-	-	3:130	-	-	Inf.
			Produção de lacticínios e enchidos	-	2:131 2:132	-	-	2:131 2:132	-	-	Inf.
			As conservas	-	2:135	-	-	2:135	-	-	Inf.
	Total ocorrências:			0	11	0	11	0	0	Inf:4/Exp:0	
	M9	4º ANO	Principais produtos agrícolas ligados à pecuária portuguesa	1:122	1:124	-	-	1:124	1:122	-	Inf.
			Produtos da indústria portuguesa (conservas)	1:126	-	-	-	1:126	-	-	Inf.
	Total ocorrências:			2	1	0	2	1	0	Inf:2/Exp:0	
	M6	5º ANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade								
	M3	6º ANO	Importância da análise do rótulo de embalagens para observar o período de validade de alguns alimentos.	-	1:31	-	-	-	-	1:31	-
			Conservação dos alimentos (conteúdo presente neste manual mas ausente no programa)	-	2:31 11:32	-	-	11:32	-	2:31	Inf./Exp.
Total ocorrências:			0	14	0	11	0	3	Inf:1/Exp:1		
TOTAL ANO			2	30	0	24	5	3	Inf:8 / Exp:1		

PARÂMETRO 4

			92/93									
Manual			Conteúdos			Tipo de imagem			Pedagogia da imagem			Função do texto
			D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp			
<i>Microorganismos na indústria, tecnologia e ambiente</i> (e.g. tratamento da poluição)	M16	1º ANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro nestes anos de escolaridade									
	M13	2º ANO										
	M10	3º ANO	-	-	-	-	-	-	-	-		
	M7	4º ANO	A qualidade do ambiente próximo. Fatores de degradação do meio (lixeiros, indústria poluente)	2:112 2:114	1:111	-	1:111	2:112 2:114	-	Inf.		
			A qualidade da água (formas de poluição da água e dos oceanos)	2:115	1:115	-	3:115	-	-	Inf./Exp.		
	Total ocorrências:			6	2	0	4	4	0	Inf:2/Exp:1		
	M4	5º ANO	A qualidade da água (água potável, água imprópria para consumo e processos de tratamento de água).	1:172	1:171 2:172 2:173	-	1:171	1:172 2:172 2:173	-	Inf.		
			Atividades humanas que levam à poluição do solo e da água tornando-a imprópria para consumo (contaminação química, orgânica e micróbios patogênicos)	-	5:180 1:181 4:182 1:246	1:181	-	1:181	5:180 1:181 4:182 1:246	Inf.		
			Métodos de tratamento da água de forma a torná-la mais despoluída.	-	1:186	1:174	-	-	1:174 1:186	Inf./Exp.		
			Total ocorrências:	1	16	2	1	6	13	Inf:3/Exp:1		
	M1	6º ANO	Manifestações de poluição. (agentes poluidores do meio) O ser humano como poluidor nas suas atividades quotidianas	-	4:238	1:256	1:256	-	4:238	Inf.		
	Total ocorrências:			0	4	1	1	0	4	Inf:1/Exp:0		
TOTAL ANO			7	22	3	6	10	17	Inf:6 / Exp:2			

			99/00							
Manual			Conteúdos	Tipo de imagem			Pedagogia da imagem		Função do texto	
				D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp
<i>Microorganismos na indústria, tecnologia e ambiente</i> (e.g. tratamento da poluição)	M17	1ºANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro nestes anos de escolaridade							
	M14	2ºANO								
	M11	3ºANO	Importância do saneamento básico e do abastecimento de água nas populações.	-	-	-	-	-	-	-
	M8	4ºANO	A qualidade do ambiente próximo. Fatores de degradação do meio (lixeiros, indústria poluente)	-	4:124	-	-	4:124	-	Inf./Exp.
			A qualidade da água (formas de poluição da água e dos oceanos)	-	3:129	-	3:129		Inf./Exp.	
	Total ocorrências:			0	7	0	3	4	0	Inf:2/Exp:2
	M5	5ºANO	A qualidade da água (água potável, água imprópria para consumo e processos de tratamento de água).	-	2:165 2:166 2:167	-	2:165 2:166	2:167	-	Inf./Exp.
			Atividades humanas que levam à poluição do solo e da água tornando-a imprópria para consumo (contaminação química, orgânica e micróbios patogênicos)	-	2:172 4:173 1:213	-	2:172 4:173 1:213	-	-	Inf.
			Métodos de tratamento da água de forma a torná-la mais despoluída.	-	1:168 1:175	-	1:168 1:175	-	-	Inf./Exp.
	Total ocorrências:			0	15	0	13	2	0	Inf:3/Exp:2
	M2	6ºANO	Manifestações de poluição. (agentes poluidores do meio) O ser humano como poluidor nas suas atividades quotidianas	-	1:245	1:245	1:245	1:245		Inf./Exp.
	Total ocorrências:			0	1	1	1	1	0	Inf:1/Exp:1
	TOTAL ANO			0	23	1	17	7	0	Inf:6 / Exp:5

			06/07									
Manual			Conteúdos			Tipo de imagem			Pedagogia da imagem			Função do texto
			D	F	E	Mot	Exp	Meta	Inf/Exp			
Microorganismos na indústria, tecnologia e ambiente (e.g. tratamento da poluição)	M18	1º ANO	Não surgem temáticas com alguma relação (direta ou indireta) com este parâmetro neste ano de escolaridade									
	M15	2º ANO	A poluição (Este tema está presente neste manual apesar de não se encontrar referenciado no programa do 2º ano)			-	3:9	-	3:9	-	-	Inf.
	M12	3º ANO	Importância do saneamento básico e do abastecimento de água nas populações.			-	-	-	-	-	-	-
	M9	4º ANO	A qualidade do ambiente próximo. Fatores de degradação do meio (lixeiros, indústria poluente)			4:134	1:134 1:136	-	1:134 1:136	-	4:134	Inf./Exp.
			A qualidade da água (formas de poluição da água e dos oceanos)			1:138	-	-	1:138	-	-	Inf.
	Total ocorrências:			5	2	0	3	0	4	Inf:2/Exp:1		
	M6	5º ANO	A qualidade da água (água potável, água imprópria para consumo e processos de tratamento de água).			-	6:161 2:162 2:163 2:164	1:162	6:161 2:164	1:162 2:162 2:163	-	Inf./Exp.
			Atividades humanas que levam à poluição do solo e da água tornando-a imprópria para consumo (contaminação química, orgânica e micróbios patogênicos)			-	3:170 2:171 1:132	-	3:170 2:171	-	1:132	Inf.
			Métodos de tratamento da água de forma a torná-la mais despoluída.			-	1:172 1:232: 5:233	1:165 1:175	1:172	-	1:165 1:175 1:232 5:233	Inf./Exp.
	Total ocorrências:			0	25	3	14	5	9	Inf:3/Exp:2		
	M3	6º ANO	Manifestações de poluição. (agentes poluidores do meio) O ser humano como poluidor nas suas atividades quotidianas			-	4:233	-	4:233	-	-	Inf.
	Total ocorrências:			0	4	0	4	0	0	Inf:1/Exp:0		
	TOTAL ANO			5	31	3	21	5	13	Inf:7 / Exp:3		

ANEXO VI – RELAÇÃO ENTRE QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO E AS CATEGORIAS DO QUESTIONÁRIO POR PARÂMETRO DE ANÁLISE

Parâmetro 1 – Microrganismos e o mundo vivo

Que ideias apresentam as crianças acerca dos microrganismos?		
Questões relacionadas	Identificação de variáveis	Categorias
A-Que representações têm as crianças acerca dos microrganismos?	<i>Certamente já ouviste falar em micróbios. Usa este retângulo para fazeres um desenho que ilustre um micróbio. Faz também a sua legenda.</i>	A identificar <i>a posteriori</i> na análise de conteúdo dos desenhos
	<i>Em qual dos seguintes grupos incluis os micróbios?</i>	Animais Plantas Não são animais nem plantas
	<i>Os micróbios são de que tamanho?</i>	Podem-se ver a olho nu Só se conseguem ver com a ajuda de um instrumento de ampliação (lupa, microscópio)
	<i>São micróbios os seguintes seres:</i>	Bactéria Pinheiro Fungo (bolor) Rato Elefante Cato Vírus Pulga
B-As crianças consideram os microrganismos seres vivos?	<i>Os micróbios são seres vivos?</i>	Sim Não
C-As crianças associam os microrganismos a aspetos positivos e/ou negativos?	<i>Na tua opinião, os micróbios podem ser:</i>	Todos benéficos Todos prejudiciais Uns são benéficos e outros são prejudiciais
	<i>O que é que os micróbios podem fazer?</i>	Alimentos (pão, iogurte, queijo) Vidro Medicamentos Poluir a água Estragar alimentos Limpar as águas dos esgotos Madeira Provocar doenças

<p>D-As crianças sabem onde se encontram os microrganismos?</p>	<p><i>Os micróbios podem ser encontrados:</i></p>	<p>No ar que respiras No solo Nos alimentos que comes e bebes Na tua boca Na tua pele Nos animais Nas águas de esgoto Nas plantas No caixote do lixo</p>
<p>E-De onde vêm, os conhecimentos que as crianças apresentam acerca dos microrganismos?</p>	<p><i>Onde ouviste falar de micróbios?</i></p>	<p>Na minha escola Na televisão Em revistas Na Internet Em livros Em filmes (DVD) Em casa Através dos amigos</p>

Parâmetro 2 – Microrganismos e Saúde

Que conhecimentos têm as crianças acerca do motivo pelo qual devem adotar determinados comportamentos relacionados com a sua saúde?		
Questões relacionadas	Identificação de variáveis	Categorias
A-As crianças sabem a razão pela qual devem adotar determinados comportamentos salutogénicos no seu dia a dia?	<i>O mais importante quando lavas as mãos é:</i>	Fazê-lo, porque te mandam Fazê-lo, pois podes ter as mãos sujas Fazê-lo, pois podes ficar doente
	<i>O mais importante quando lavas a fruta antes de a comeres é:</i>	Fazê-lo, pois pode ficar a doer-te a barriga Fazê-lo, pois pode estar suja Fazê-lo, pois assim os frutos ficam mais brilhantes
	<i>O mais importante quando lavas os dentes depois de comer é:</i>	Fazê-lo, porque te mandam Fazê-lo, para ficares a cheirar bem da boca Fazê-lo, porque podes ficar com cáries nos dentes
B-As crianças sabem o que são vacinas e porque devem ser vacinadas?	<i>A frase que explica melhor o que é uma vacina é:</i>	São substâncias que nos são injetadas usando uma seringa São substâncias que matam os micróbios São substâncias que nos protegem de certos micróbios
	<i>A razão principal porque devemos ser vacinados é:</i>	Cumprimos o calendário de vacinação Não ficarmos doentes Ficarmos bons quando estamos doentes
C-Qual a perceção das crianças relativamente ao modo de transmissão de determinadas doenças?	<i>As doenças podem-se transmitir:</i>	Quando espirras para alguém sem por a mão à frente da boca Quando brincas ao sol sem por o chapéu na cabeça Quando vais comer depois de teres brincado com terra Quando bebes uma bebida muito gelada Quando andas a brincar à chuva Quando é mordido por um cão Quando apanhas muito frio Quando comes um alimento estragado
D-As crianças sabem porque devemos desinfetar as feridas?	<i>Quando fazes uma ferida porque a deves desinfetar?</i>	Para tirar a sujidade Para matar os micróbios Para não deixar cicatriz

Parâmetro 3 – Microrganismos e alimentos

Que conhecimentos têm as crianças acerca do envolvimento de alguns microrganismos no fabrico e deterioração de alimentos?		
Questões relacionadas	Identificação de variáveis	Categorias
A-As crianças reconhecem que alguns microrganismos são usados na produção de alimentos?	<i>O que é que os micróbios podem fazer?</i>	Alimentos (pão, iogurte, queijo) Vidro Medicamentos Poluir a água Estragar alimentos Limpar as águas dos esgotos Madeira Provocar doenças
B-As crianças reconhecem que alguns microrganismos são responsáveis pela deterioração de alimentos?	<i>A razão principal que faz com que os alimentos se estraguem é:</i>	Começam a ficar velhos e com mau aspeto Os micróbios podem crescer nos alimentos Ficam com mau sabor
	<i>A causa principal que faz apodrecer uma maçã é:</i>	Apanhar muito sol Estar no mesmo local muito tempo Os micróbios
C-As crianças reconhecem a importância da aplicação/não aplicação de técnicas de preservação de alguns alimentos?	<i>A razão principal porque devemos guardar no frigorífico um pacote de leite depois de aberto é:</i>	O leite manter o sabor O leite não ganhar mau cheiro O leite conservar-se mais tempo
	<i>Quais dos seguintes alimentos deves evitar levar para o lanche da escola num dia quente de verão?</i>	Pão com queijo fresco Pão com doce Bolachas Maria Iogurte Biscoitos Batatas fritas Maçã Bolo com creme

Parâmetro 4 – Microrganismos na indústria, tecnologia e ambiente

Que conhecimentos têm as crianças acerca do envolvimento dos microrganismos na decomposição da matéria orgânica?		
Questões relacionadas	Identificação de variáveis	Categorias
A-As crianças têm a percepção que os micróbios têm um papel no processo de decomposição?	<i>O que achas que acontece quando um ser vivo morre?</i>	Mantém-se inalterado Desaparece no solo É degradado pelos micróbios
B-As crianças conhecem o conceito de biodegradável?	<i>A frase que explica melhor o que é um material biodegradável é:</i>	Um material que é decomposto pela água Um material que é decomposto pelos seres vivos Um material que é decomposto pela luz
	<i>Das substâncias seguintes quais as que são biodegradáveis?</i>	Folhas de plantas Garrafa de plástico Frasco de vidro Casca de laranja Latas de sumo Fatia de queijo Pneu de bicicleta Pássaro morto

ANEXO VII - QUESTIONÁRIO

QUESTIONÁRIO



Olá, o meu nome é Paulo Mafra e sou professor na Escola Superior de Educação de Bragança. Venho pedir a tua ajuda para um trabalho muito importante que estou a fazer. Para isso, só tens de responder às questões que se seguem colocando um X nas tuas opções. Este questionário não é nenhuma avaliação. Além disso, é anónimo.

Dados sobre ti

1- Idade: Tenho _____ anos

2- Sexo: Masculino Feminino

3- Certamente já ouviste falar em micróbios. Usa este rectângulo para fazeres um desenho que ilustre um micróbio. Faz também a sua legenda.

GRUPO 1

Nota: Nas questões que se seguem, marca com um X apenas uma opção.

4- Os micróbios são seres vivos?

(marca com um X apenas a opção que achas correcta)

- Sim
 Não

5- Em qual dos seguintes grupos incluis os micróbios?

(marca com um X apenas a opção que achas correcta)

- Animais
 Plantas
 Não são animais nem plantas

6- Os micróbios são de que tamanho?

(marca com um X apenas a opção que achas correcta)

- Podem-se ver a olho nu
 Só se conseguem ver com a ajuda de um instrumento de ampliação (lupa ou microscópio)

7- Quando compramos um produto alimentar, a informação mais importante para que devemos olhar é:

(marca com um X apenas a opção que achas correcta)

- O prazo de validade
 A cor da embalagem
 Se traz um brinde

8- Na tua opinião, os micróbios podem ser:
(marca com um X apenas a opção que achas correcta)

- Todos benéficos
- Todos prejudiciais
- Uns são benéficos e outros são prejudiciais

9- A razão principal por que devemos guardar no frigorífico um pacote de leite depois de aberto é:
(marca com um X apenas uma opção)

- O leite manter o sabor
- O leite não ganhar mau cheiro
- O leite conservar-se mais tempo

10- A razão principal que faz com que os alimentos se estraguem é:
(marca com um X apenas uma opção)

- Começam a ficar velhos e com mau aspecto
- Os micróbios podem crescer nos alimentos
- Ficam com mau sabor

11- A causa principal que faz apodrecer uma maçã é:
(marca com um X apenas uma opção)

- Apanhar muito sol
- Estar no mesmo local muito tempo
- Os micróbios

12- O mais importante quando lavas as mãos antes de comer é:
(marca com um X apenas uma opção)

- Fazê-lo, porque te mandam
- Fazê-lo, pois podes ter as mãos sujas
- Fazê-lo, pois podes ficar doente

13- O mais importante quando lavas a fruta antes de a comer é:
(marca com um X apenas uma opção)

- Fazê-lo, pois pode ficar a doer-te a barriga
- Fazê-lo, pois pode estar suja
- Fazê-lo, pois assim os frutos ficam mais brilhantes

14- O mais importante quando lavas os dentes depois de comer é:
(marca com um X apenas uma opção)

- Fazê-lo, porque te mandam
- Fazê-lo, para ficares a cheirar bem da boca
- Fazê-lo, porque podes ficar com cáries nos dentes

15- A frase que explica melhor o que é uma vacina é:
(marca com um X apenas uma opção)

- São substâncias que nos são injectadas, usando uma seringa
- São substâncias que matam os micróbios
- São substâncias que nos protegem de certos micróbios

16- A razão principal por que devemos ser vacinados é:
(marca com um X apenas uma opção)

- Cumprimos o calendário de vacinação
- Não ficamos doentes
- Ficamos bons quando estamos doentes

17- Quando fazes uma ferida porque a deves desinfetar?
(marca com um X apenas uma opção)

- Para tirar a sujidade
- Para matar os micróbios
- Para não deixar cicatriz

18- O que achas que acontece quando um ser vivo morre?
(marca com um X apenas uma opção)

- Mantém-se inalterado
- Desaparece no solo
- É degradado pelos micróbios

19- A frase que explica melhor o que é um material biodegradável é:
(marca com um X apenas uma opção)

- Um material que é decomposto pela água
- Um material que é decomposto por seres vivos
- Um material que é decomposto pela luz

GRUPO 2

Nota: Nas questões que se seguem, marca com um X as três opções que achas mais correctas

20- São micróbios os seguintes seres:
(marca com um X as três opções que achas mais correctas)

- Bactéria
- Pinheiro
- Fungo (bolor)
- Rato
- Elefante
- Cacto
- Vírus
- Pulga

21- O que é que os micróbios podem fazer?
(marca com um X as três opções que achas mais correctas)

- Alimentos (pão, iogurte, queijo)
- Vidro
- Medicamentos
- Poluir a água
- Estragar alimentos
- Limpar as águas dos esgotos
- Madeira
- Provocar doenças

22- Os micróbios podem ser encontrados:

(marca com um X as três opções que achas mais correctas)

- No ar que respiras
- No solo
- Nos alimentos que comes e bebes
- Na tua boca
- Na tua pele
- Nos animais
- Nas águas de esgoto
- Nas plantas
- No caixote do lixo

23- Onde ouviste falar de micróbios?

(marca com um X as três opções que achas mais correctas)

- Na minha escola
- Na televisão
- Em revistas
- Na Internet
- Em livros
- Em filmes (DVD)
- Em casa
- Através dos amigos

24- As doenças podem-se transmitir:

(marca com um X as três opções que achas mais correctas)

- Quando espirras para alguém sem pôr a mão à frente da boca
- Quando brincas ao sol sem pôr o chapéu na cabeça
- Quando vais comer depois de teres brincado com terra
- Quando bebes uma bebida muito gelada
- Quando andas a brincar à chuva
- Quando és mordido por um cão
- Quando apanhas muito frio
- Quando comes um alimento estragado

25- Quais dos seguintes alimentos deves evitar levar para o lanche da escola num dia quente de Verão?

(marca com um X as três opções que achas mais correctas)

- Pão com queijo fresco
- Pão com doce
- Bolachas Maria
- Iogurte
- Biscoitos
- Batatas fritas
- Maçã
- Bolo com creme

26- Das substâncias seguintes quais as que são biodegradáveis?

(marca com um X as três opções que achas mais correctas)

- Folhas de plantas
- Garrafa de plástico
- Frasco de vidro
- Cascas de laranja
- Lata de sumo
- Fatia de queijo
- Pneu de bicicleta
- Pássaro morto

Parabéns! Chegaste ao fim do questionário.
Obrigado pela tua colaboração!



ANEXO VIII – CARTA SOLICITAÇÃO AUTORIZAÇÃO DIRIGIDA AOS AGRUPAMENTOS DE ESCOLA PARA A REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Exmo. Sr. Diretor do Agrupamento Vertical de Escolas Paulo Quintela

Assunto: Pedido de autorização para realização de atividades experimentais em sala de aula na Escola Básica das Beatas no âmbito de uma investigação de Doutoramento.

O signatário deste ofício, Paulo Miguel Mafra Gonçalves, é docente do Departamento de Ciências da Natureza, da Escola Superior de Educação, do Instituto Politécnico de Bragança. Atualmente, é bolseiro da Fundação para a Ciência e Tecnologia (F.C.T.) e está a desenvolver os trabalhos de investigação de Doutoramento na Universidade do Minho, no Departamento de Ciências Integradas e Língua Materna do Instituto de Educação da referida Universidade. O estudo intitula-se “*Atividades Experimentais para o Ensino do Estudo do Meio Físico no 1.º Ciclo do Ensino Básico: O papel dos microrganismos.*”

No âmbito da metodologia selecionada está prevista a intervenção, em ambiente de sala de aula, com um conjunto de atividades experimentais relacionadas com os microrganismos. As atividades, executadas pelo investigador e pelos alunos da turma em questão, sob supervisão da professora da turma, seriam levadas a cabo numa turma do 4º ano de escolaridade da escola do 1º Ciclo do Ensino Básico das Beatas entre o mês de setembro e outubro de 2011. Esta aplicação é fundamental para a realização de uma de várias etapas do estudo que consiste na testagem de atividades relacionadas com a temática “microrganismos” em alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico com vista a encontrar propostas válidas de implementação das atividades no currículo do Ensino Básico de modo a melhorar a visão das crianças, nesta faixa etária, acerca da biodiversidade do nosso planeta reconhecendo os aspetos prejudiciais, mas também benéficos, dos microrganismos contribuindo para o aumento da sua literacia científica, aspeto essencial na educação na atualidade.

Informo ainda que todas as atividades realizadas, envolvendo microrganismos, não apresentam qualquer risco para a saúde humana e ambiental, pelo que se podem fazer em ambiente escolar.

Neste contexto, venho solicitar a Vossa Excelência autorização para aplicação das referidas atividades práticas, no início do ano letivo de 2011-2012, entre o final do mês de setembro e o início do mês de outubro, às crianças da turma do 4º ano da escola das Beatas, sob supervisão da professora Maria da Graça Sequeira P. Matos de Sousa que tendo sido já contactada e esclarecida concordou com a intervenção em causa.

A intervenção referida requer a aplicação de um questionário (pré e pós teste) relacionado com as atividades. O plano de intervenção, no seu total, necessitará de três períodos de 90 minutos.

A pertinência da informação pretendida com as atividades e a calendarização das várias etapas do trabalho exige a obtenção dos dados até ao final do mês de outubro de 2011. Assim, solicito a V.ª Ex.ª especial atenção e brevidade na resposta à minha petição, a qual pode ser feita através de qualquer um dos contactos abaixo indicados.

Envio em anexo um cronograma das atividades a implementar e uma cópia do pré/pós teste a aplicar aos alunos.

Com antecipados agradecimentos pela atenção dispensada, apresento os melhores cumprimentos.

Bragança, 10 de maio de 2011

Paulo Miguel Mafra Gonçalves

ANEXO XIX – PRÉ-TESTE/PÓS-TESTE APLICADO ANTES E DEPOIS DA INTERVENÇÃO

QUESTIONÁRIO

Olá, o meu nome é Paulo Mafra e sou professor na Escola Superior de Educação de Bragança. Venho pedir a tua ajuda para um trabalho muito importante que estou a fazer. Para isso, só tens de responder às questões que se seguem.
Este questionário não é nenhuma avaliação.



Dados sobre ti	
Idade: Tenho _____ anos	Data: ____/____/____
Sexo: Masculino: <input type="checkbox"/>	Feminino: <input type="checkbox"/>
Nome: _____	

Usa este rectângulo para fazeres um desenho que ilustre um micróbio. Faz também a sua legenda.

GRUPO 1

Nota: Nas questões que se seguem, marca com um X **apenas uma opção**.

1- Os micróbios são seres vivos?

(marca com um X **apenas a opção** que achas correcta)

- Sim
 Não

2- Em qual dos seguintes grupos incluis os micróbios?

(marca com um X **apenas a opção** que achas correcta)

- Animais
 Plantas
 Não são animais nem plantas

3- Os micróbios são de que tamanho?

(marca com um X **apenas a opção** que achas correcta)

- Podem-se ver a olho nu
 Só se conseguem ver com a ajuda de um instrumento de ampliação (lupa ou microscópio)

4- Na tua opinião, os micróbios podem ser:

(marca com um X **apenas a opção** que achas correcta)

- Todos benéficos
 Todos prejudiciais
 Uns são benéficos e outros são prejudiciais

5- O mais importante quando lavas as mãos antes de comer é:

(marca com um X **apenas uma opção**)

- Fazê-lo, porque te mandam
 Fazê-lo, pois podes ter as mãos sujas
 Fazê-lo, pois podes ficar doente

6- O mais importante quando lavas os dentes depois de comer é:

(marca com um X **apenas uma opção**)

- Fazê-lo, porque te mandam
 Fazê-lo, para ficares a cheirar bem da boca
 Fazê-lo, porque podes ficar com cáries nos dentes

7- O que achas que acontece quando um ser vivo morre?

(marca com um X **apenas uma opção**)

- Mantém-se inalterado
 Desaparece no solo
 É degradado pelos micróbios

8- A frase que explica melhor o que é um material biodegradável é:

(marca com um X **apenas uma opção**)

- Um material que é decomposto pela água
 Um material que é decomposto por seres vivos
 Um material que é decomposto pela luz

GRUPO 2

Nota: Nas questões que se seguem, marca com um X **as três opções** que achas mais correctas

9- São micróbios os seguintes seres:

(marca com um X **as três opções** que achas mais correctas)

- Bactéria
- Pinheiro
- Fungo (bolor)
- Rato
- Elefante
- Cacto
- Vírus
- Pulga

10- O que é que os micróbios podem fazer?

(marca com um X **as três opções** que achas mais correctas)

- Alimentos (pão, iogurte, queijo)
- Vidro
- Medicamentos
- Poluir a água
- Estragar alimentos
- Limpar as águas dos esgotos
- Madeira
- Provocar doenças

11- Os micróbios podem ser encontrados:

(marca com um X **as três opções** que achas mais correctas)

- No ar que respiras
- No solo
- Nos alimentos que comes e bebes
- Na tua boca
- Na tua pele
- Nos animais
- Nas águas de esgoto
- Nas plantas
- No caixote do lixo

12- Das substâncias seguintes quais as que são biodegradáveis?

(marca com um X **as três opções** que achas mais correctas)

- Folhas de plantas
- Garrafa de plástico
- Frasco de vidro
- Cascas de laranja
- Lata de sumo
- Fatia de queijo
- Pneu de bicicleta
- Pássaro morto

Parabéns! Chegaste ao fim do questionário.
Obrigado pela tua colaboração!



ANEXO X – PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS CONSTRUÍDOS E UTILIZADOS NAS ATIVIDADES DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Protocolo A0

Vamos conhecer o microscópio!

Antes da actividade

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:



Estojo com materiais diversos

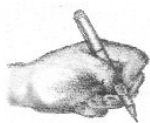
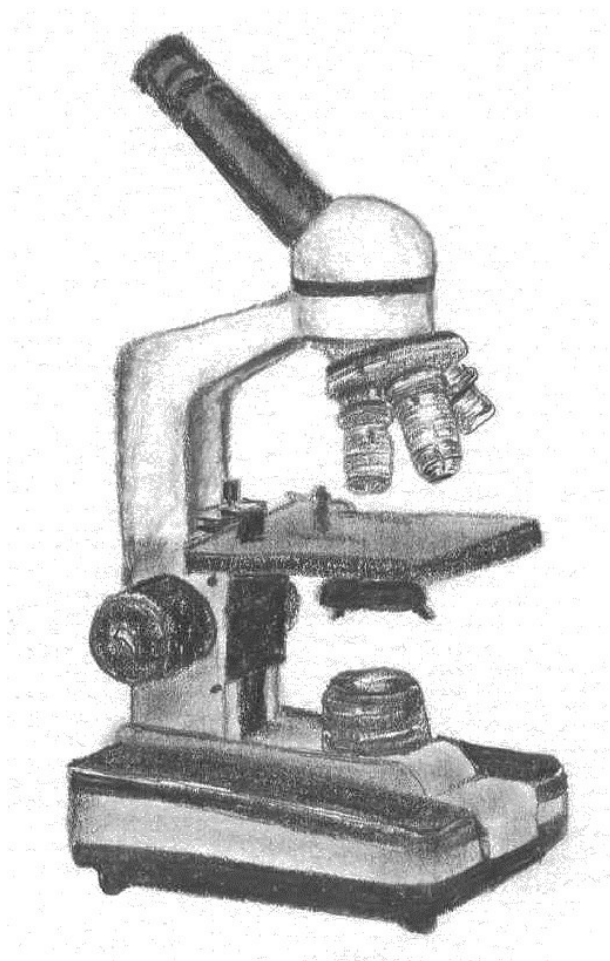
Desenha no quadro seguinte o que consegues observar



Observo...

2

Faz a legenda



O que podes concluir acerca do microscópio?

2

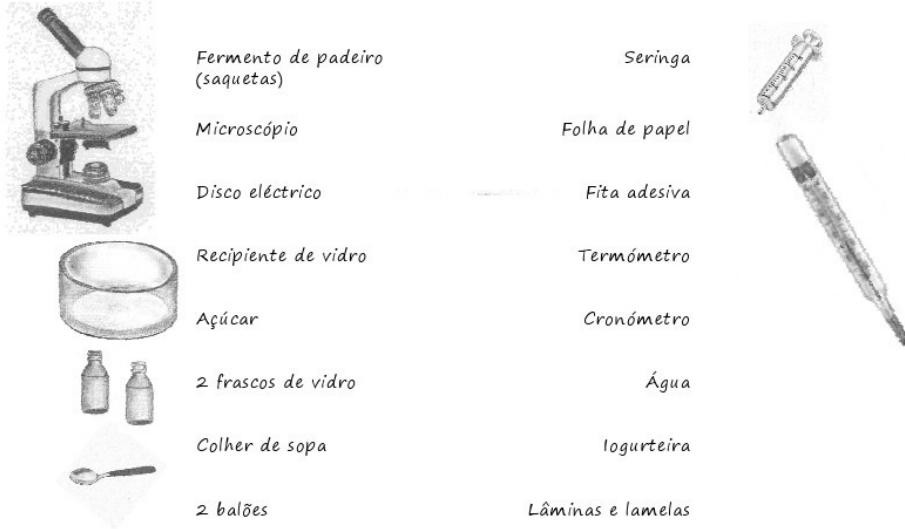
Protocolo A1

Questão-problema:

Há vida no fermento de padeiro?

Antes da experiência

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:



2- Regista no quadro que se segue o que pensas que acontecerá se colocares um balão na boca de um frasco com água, açúcar e fermento de padeiro.

Penso que...

1








Experiência








3- Executa o plano:

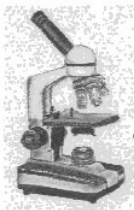
- a) Põe a aquecer o recipiente com água até atingir a temperatura de cerca de 40°C. (Enquanto a água aquece continua a seguir o plano).
- b) Coloca uma colher de açúcar no frasco A e outra colher de açúcar no frasco Controlo.
- a) Coloca uma colher de fermento de padreiro só no frasco A.
- b) Usa a seringa para colocar 20ml de água morna em cada um dos frascos A e Controlo.
- a) Agita bem os frascos durante alguns segundos de modo a misturar o seu conteúdo.
- b) Coloca um balão na boca de cada um dos frascos e prende-os com fita adesiva.
- c) Coloca os frascos na iogurteira durante 30 minutos.
- d) Vai registando as tuas observações no quadro seguinte, cada 5 minutos. (usa o cronómetro para controlar o tempo)



4- Desenha no quadro as observações que fizeste ao longo do tempo:

Frasco A Observamos...						
						
0 minutos	5 minutos	10 minutos	15 minutos	20 minutos	25 minutos	30 minutos

Frasco Controlo Observamos...						
						
0 minutos	5 minutos	10 minutos	15 minutos	20 minutos	25 minutos	30 minutos



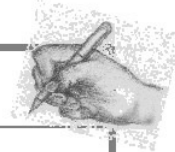
5- Observação ao microscópio:

Com a ajuda do professor recolhe para uma lâmina uma gota do frasco A. Observa-a ao microscópio e desenha no quadro seguinte:

<i>Gota do frasco A (observamos...)</i>

Após a experiência

<i>Verificámos que...</i>



<i>Com o apoio do professor escreve a resposta à questão problema: Há vida no fermento de padeiro?</i>

Questão-problema:

Os micróbios podem fazer pão?

Antes da experiência

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:



2- Regista no quadro que se segue o que pensas que acontecerá se colocares num frasco de vidro uma mistura de água morna, farinha, açúcar e fermento de padeiro.

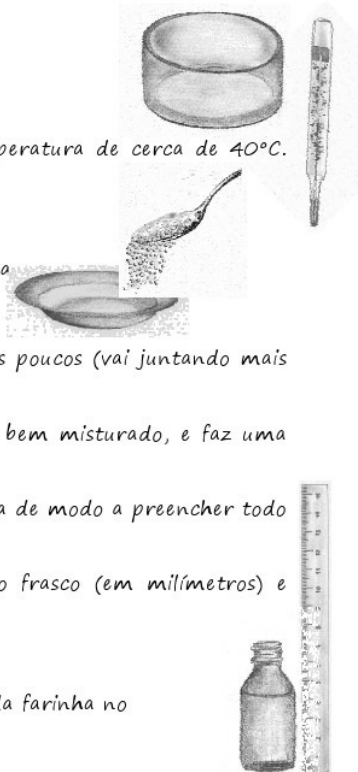
Penso que...

2

Experiência

3- Executa o plano:

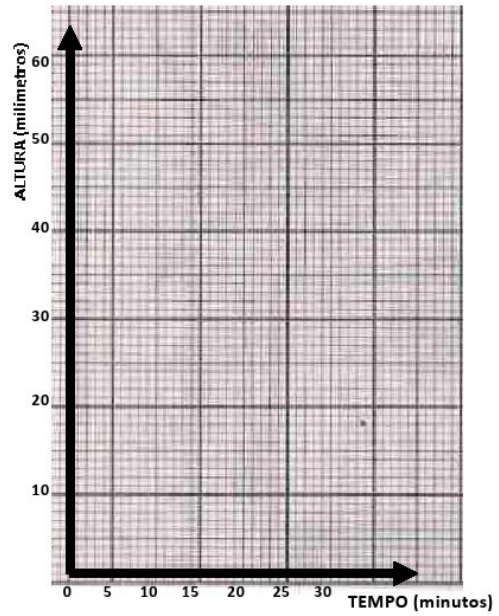
- Põe a aquecer o recipiente com água até atingir a temperatura de cerca de 40°C. (Enquanto a água aquece continua a seguir o plano)
- Coloca no meio do prato uma colher cheia de farinha.
- Acrescenta meia colher com fermento de padeiro à farinha.
- Acrescenta meia colher de açúcar à farinha.
- Junta no prato uma colher com água e mistura tudo aos poucos (vai juntando mais água se necessário).
- Amassa a mistura com os dedos, de modo a ficar tudo bem misturado, e faz uma bola com a massa.
- Coloca a "bola de massa" no fundo do frasco e pressiona-a de modo a preencher todo o fundo do frasco.
- Com a ajuda da régua, regista a altura da farinha no frasco (em milímetros) e marca-a com o marcador.
- Coloca o frasco na iogurteira e liga o cronómetro.
- A cada 5 minutos, durante 30 minutos, marca a altura da farinha no frasco e faz os registos no quadro seguinte:



4- Preenche o quadro com as observações que fizeste ao longo do tempo:

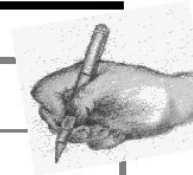


5- Regista no gráfico seguinte as observações que anotaste no ponto 4.



Após a experiência

Verificámos que...



Com o apoio do professor escreve a resposta à questão-problema:
Os micróbios podem fazer pão?

Experiência

3- Executa o plano:

- Com o conta-gotas, coloca uma gota de água numa lâmina de vidro.
- Passa um palito entre os dentes e as gengivas (com muito cuidado para não te magoares).
- Toca com o palito na gota de água de modo que os resíduos do palito passem para a gota, espalhando um pouco a mistura na lâmina de vidro.
- Pede ajuda à professora para levar a lâmina à chama e corá-la com azul de metileno.
- Observa ao microscópio, com a ajuda da professora, e regista as tuas observações.



Observamos que...

Após a experiência

Verificámos que...



Com o apoio do professor escreve a resposta à questão problema:
Os teus dentes têm micróbios?!?!

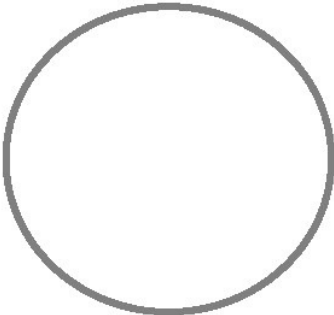
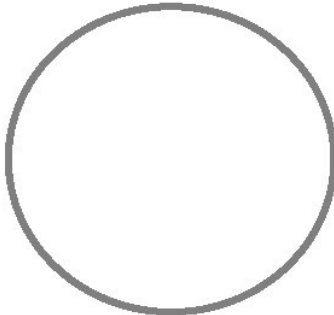
Questão problema 2:

Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?

Experiência

Vamos verificar a nossa boca ANTES e DEPOIS de lavar os dentes!

- Antes de lavares os dentes, passa um palito por entre os dentes e contamina a placa A.
- Lava os dentes usando uma escova e um dentífrico.
- Volta a passar outro palito por entre os dentes e contamina a placa B.
- Coloca as duas placas num local quente (ex. perto da janela) e espera dois dias.
- Desenha os resultados na tabela seguinte.

Placa A "antes de lavar os dentes..."	Placa B "depois de lavar os dentes..."
	

Após a experiência

Verificámos que...



*Com o apoio do professor escreve a resposta à questão-problema 2:
Porque devemos lavar os dentes depois das refeições?*

Protocolo B2

Questão problema:

Porque devemos lavar as mãos antes das refeições?

Antes da experiência

1- Verifica se tens todo o material necessário para realizar a experiência:



Sabão líquido

Placas de petri com meio de cultura



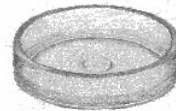
Toalha de papel



Crônometro

Experiência

2- Executa o plano:



- Com cuidado retira a tampa da placa A e toca, com a tua mão aberta, no meio de cultura durante 5 segundos. Volta a fechar a placa.
- Lava bem as mãos com água abundante e sabão. Limpa-as a uma toalha de papel.
- Pede a um colega teu que retire a tampa da placa B e, com a tua mão aberta, toca no meio de cultura durante 5 segundos. Volta a fechar a placa.
- Coloca ambas as placas no parapeito da janela.
- Escreve na tabela seguinte o que achas que vai acontecer nas duas placas passados dois dias.

Penso que vou observar...	
Na mão por lavar...	Na mão lavada...

2

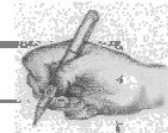
f) Passados dois dias, observa as placas e regista as tuas observações na tabela.



Placa A observamos que...	Placa B observamos que...

Após a experiência

Verificámos que...



Com o apoio do professor escreve a resposta à questão-problema:
Porque devemos lavar as mãos antes das refeições?

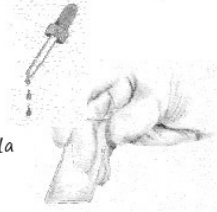


Experiência



3- Executa o plano:

- a) Com a ajuda do professor, retira uma gota do frasco com água da ETAR e coloca-a numa lâmina de vidro. Cobre-a com uma lamela.
- b) Observa-a ao microscópio e desenha no quadro seguinte o que vês.
- c) Utiliza a ficha de identificação da última página e tenta identificar o que vês.



Conseguimos observar...

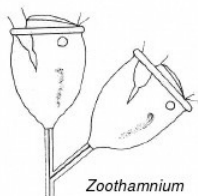
Após a experiência

Com o apoio da tua professora escreve a resposta à questão-problema:
Como são os micróbios que limpam as águas dos esgotos?

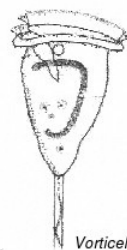
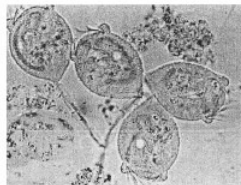


2

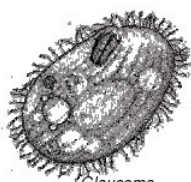
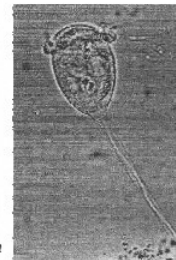
Microorganismos da água da ETAR



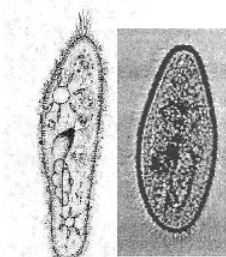
Zootherium



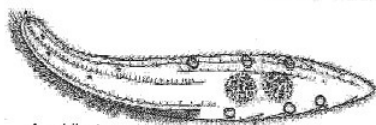
Vorticella



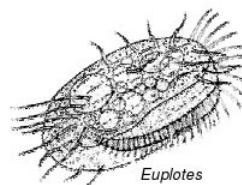
Glaucoma



Paramecium.



Amphileptus



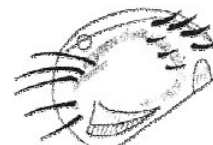
Euplotes



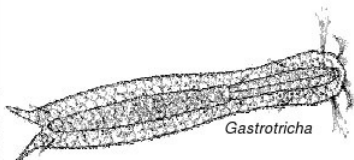
Nematoda



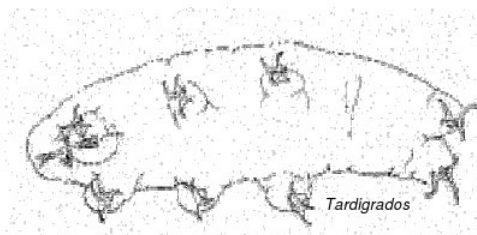
Colpidium.



Aspidisca



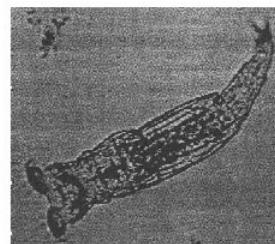
Gastrotricha



Tardigrados



Rotifera



ANEXO XI - DIÁRIOS

Atividade A1

Tema: Identificação da Levedura como ser vivo e constituinte do fermento de padeiro

Data: 14 de outubro de 2011

No início desta atividade, comecei por verificar que os alunos apesar de terem já ouvido falar do *fermento de padeiro*, não o associaram ao facto deste ser constituído por seres vivos. Poucos conheciam a palavra *levedura*. A atividade permitiu, por um lado, que os alunos observassem atividade biológica por parte da levedura (aqui associada à produção de CO₂) e, por outro, visualizassem estes seres vivos ao microscópio. Foi a primeira vez que os alunos realizaram este tipo de observação e, considerando os desenhos realizados no pré-teste, onde evidenciaram concepções acerca destes seres vivos que se desviavam da realidade, esta terá sido uma oportunidade para visualizarem o aspeto real de alguns microrganismos¹⁸⁰ comparando-o com as suas perceções iniciais. Essa visualização, que foi reconhecida pelas crianças não ser possível sem a ajuda do microscópio, terá ajudado no reconhecimento da levedura como ser vivo, capaz de atividade biológica. Desta forma, o reconhecimento por parte dos alunos de que a levedura é um ser vivo viria a ser importante para o desenrolar da atividade seguinte (A2).

Além desta atividade, nas atividades B1 e C, os alunos viriam a ter a oportunidade de visualizarem, para além das leveduras (fungos), outros tipos de microrganismos como bactérias e protozoários, com um papel importante para a natureza e para o Homem.

No final desta atividade discuti com as crianças a existência de outros reinos de classificação dos seres vivos, para além dos *animais* e das *plantas*, colocando assim em causa esta dicotomia na classificação, reforçada no programa do 1.º CEB. Com esta reflexão promovi uma abordagem mais ampla e completa relativamente ao conceito de biodiversidade. Certamente passaram a reconhecer que para além dos animais e das plantas, existem outros seres vivos – os micróbios - que pertencem a outros reinos. A levedura foi identificada como sendo um desses micróbios, pertencente ao reino dos fungos.

Durante a atividade A1 as crianças estiveram envolvidas em processos científicos como a observação, previsão, medição (temperatura e tempo), controlo de variáveis (análise das diferenças do ocorrido entre os frascos A e Controlo), registo e análise de

¹⁸⁰ Este foi um aspeto que veio a ser reforçado ao longo de outras atividades como a B1 (observação das bactérias da placa dentária) e a C (observação de protozoários das ETAR).

resultados. Envolveram-se também na manipulação de instrumentos de medida como o termómetro, o cronómetro e o microscópio.

Atividade A2

Tema: A levedura como microrganismo usado na produção de alimentos (pão)

Data: 18 de outubro de 2011

Os resultados obtidos na atividade anterior (A1) vieram ajudar na compreensão da presente atividade. O fato dos alunos saberem que a levedura é um ser vivo com a capacidade de produzir CO_2 era a chave para entender esta atividade. Assim, os alunos usaram essa informação para explicar porque é que, num processo que simulava o fabrico do pão, a massa, com levedura na sua constituição, aumentava de volume ao longo do tempo. Durante o desenrolar da atividade os alunos vieram demonstrar que associaram o conhecimento adquirido anteriormente¹⁸¹ para explicar o fenómeno. Além disso reconheceram que a levedura é um micróbio benéfico para o Homem, podendo ser utilizado para o fabrico do pão. Este aspeto – existência de microrganismos benéficos para o Homem – viria a ser reforçado com a atividade C (Micróbios do tratamento de uma ETAR).

Um outro aspeto importante realçar é o facto de, nesta atividade, ter ficado perceptível a quebra de uma “barreira inicial”, relativamente à invisibilidade dos micróbios. Ou seja, as crianças realizaram toda a atividade sabendo que estavam lidar com um ser vivo microscópico, mesmo não o estando a visualizar. A quebra dessa barreira aconteceu na atividade anterior em que as crianças observaram o ser vivo responsável pelo processo que estava a ocorrer. Desta vez, tendo noção da sua existência e da atividade biológica característica (produção de CO_2), não houve a necessidade de mostrar às crianças a levedura. Desta forma, podem realizar-se algumas atividades de microbiologia na escola sem a necessidade do uso de um microscópio, dado que o ser anteriormente “invisível” para as crianças passa de um nível abstrato para uma representação real. Este facto é comprovado através dos desenhos efetuados pelas crianças no pós-teste. A mudança da representação inicial para a final é notória prevalecendo em grande parte das crianças uma ideia acerca dos micróbios muito aproximada da real.

Durante a atividade A2 as crianças estiveram envolvidas em processos científicos como a observação, previsão, medição (altura da massa e tempo), controlo de variáveis,

¹⁸¹ *A levedura é um ser vivo produtor de CO_2 .*

registo e análise de resultados (em diferentes suportes: registo na tabela e conversão de dados da tabela para o gráfico). Envolveram-se também na manipulação de instrumentos de medida como a régua e o cronómetro.

Atividade B1

Tema: A presença de microrganismos na boca e a eficácia da higiene oral no controlo desses microrganismos

Data: 21 e 24 de outubro de 2011

Iniciei a atividade verificando que a grande maioria dos alunos conhecia o termo *cárie dentária*. No entanto, conclui que desconheciam a origem ou a causa deste fenómeno, sendo que, quando questionados acerca do que provocava a cárie todas as crianças associaram-na a comportamentos alimentares ligados ao consumo de alimentos ricos em açúcar. Os microrganismos não foram reconhecidos como responsáveis pelas cáries. Aliás, os alunos mostraram alguma aversão à ideia de terem micróbios na boca, aspeto altamente improvável para muitas crianças.

A atividade desenvolveu-se tendo em conta duas fases. Primeiro pretendi provar às crianças que estas tinham micróbios na boca e, segundo, provar que a adoção de uma higiene oral – escovar os dentes - é uma técnica eficaz na eliminação de micróbios que podem causar as cáries dentárias, promovendo, dessa forma, a nossa saúde oral.

Com esta atividade as crianças observaram pela primeira vez ao microscópio um grupo diferente das leveduras - as bactérias. Observaram bactérias da placa dentária tendo distinguido dois tipos de morfologia bacteriana – *cocos* e *bacilos*. Estes termos foram rapidamente adquiridos e usados nos seus registos (quando desenhavam as bactérias no protocolo) e usados oralmente quando comunicavam os seus resultados.

O facto de ser retirada diretamente uma amostra de placa dentária da boca das crianças e esta ser observada diretamente ao microscópio¹⁸², levou a que as crianças tivessem passado a reconhecer a presença de micróbios na boca e a associar a causa da cárie dentária aos mesmos, questionando desta forma a ideia prévia de que a causalidade do fenómeno estaria apenas relacionado com o tipo de alimentos ingeridos.

Expliquei às crianças que a placa dentária é constituída por uma mistura de restos de comida e micróbios que vivem na boca e que esses micróbios podem usar esses restos de comida para se desenvolverem e, em excesso, provocar cáries dentárias. Passei à

¹⁸² Após a técnica de fixação e coloração.

segunda fase da atividade para provar a eficácia da escovagem dos dentes na prevenção das cáries dentárias. Aqui apliquei uma outra técnica em microbiologia, a contaminação em placas de petri com meio de cultura. Mostrei aos alunos que para além de podermos observar diretamente os micróbios ao microscópio, podemos promover o seu crescimento e observar esse processo usando placas como meio de cultura, não sendo necessário o microscópio. Essa técnica permitiu, através de uma análise rápida, macroscópica, comparar graus de contaminação e assim associar quantidades de micróbios em diferentes situações.

Assim, fez-se a análise da contaminação de duas placas de petri, uma com uma amostra retirada da boca de um aluno antes de lavar os dentes e outra com uma amostra retirada depois de lavar os dentes. Contaminadas as placas e deixadas e incubar observaram-se os resultados passados três dias. Pelo número de colónias existentes nas placas de petri, os alunos inferiram acerca do grau de contaminação das placas. Quando mais colónias apresentavam as placas mais contaminada estaria o local de onde foi retirado a amostra. Desta forma chegaram à conclusão de que tendo as placas *antes de lavar os dentes* muito mais colónias que as placas *depois de lavar os dentes*, o ato de lavar os dentes contribui para a diminuição do número de bactérias nos dentes e consequentemente a probabilidade de vir a ter cáries dentárias.

Esta leitura veio assim valorizar o ato de lavar os dentes, aspeto que as crianças, antes da atividade, não associavam à eliminação de bactérias causadores de cáries dentárias. Este assunto é abordado no 1.º CEB como um comportamento que devemos ter para cuidarmos dos dentes e é visto pelas crianças como um ato socialmente correto, ou como uma tarefa diária a cumprir. O desenvolvimento desta atividade fez, provavelmente, com que as crianças vissem o ato de lavar os dentes como um comportamento com mais significado. O conhecimento adquirido com esta atividade leva a que a criança entenda as consequências se optar por não lavar os dentes, responsabilizando-a pelos seus comportamentos e, de certa forma, tornando-a mais autónoma nas decisões relacionadas com a sua saúde.

Atividade B2

Tema: A presença de microrganismos nas mãos e a eficácia da lavagem das mãos no controlo desses microrganismos

Dia: 21 de outubro de 2011

Iniciei a aula questionando os alunos acerca da possibilidade de termos micróbios nas mãos tendo a maioria respondido afirmativamente. Assim, quando questionados relativamente ao método que podíamos utilizar para provar este facto, os alunos identificaram a contaminação de placas de petri como método possível. Tornou-se claro que os alunos ao longo das atividades que vinham sendo realizadas adquiriram vocabulário e técnicas em microbiologia que os ajudou a resolver os problemas com que se iam deparando.

Parti então do problema inicial *porque devemos lavar as mãos antes das refeições?* para a contaminação de duas placas. Uma antes de lavar as mãos e outra depois de lavar as mãos com o objetivo de comparar resultados. Enquanto os alunos registavam as suas previsões, era evidente o entusiasmo demonstrado pelos elementos de todos os grupos de trabalho. Os alunos sentiam-se empolgados e ansiosos para observar os resultados. Percebi que o envolvimento dos alunos nestas pequenas investigações que abordam assuntos que lhes são próximos (os micróbios dos seus dentes, das suas mãos, etc.) é proporcional à importância e significado atribuído às atividades.

Verifiquei mais uma vez a utilização de vocabulário adquirido na atividade anterior. Nas previsões registadas no protocolo, a palavra “colónia” de bactérias foi utilizada sem a intervenção do professor.

Considerando as previsões realizadas, todos os grupos previram resultados em que a placa *antes de lavar as mãos* estaria mais contaminada que a placa *depois de lavar as mãos*, evidenciando desta forma a noção de que as mãos por lavar apresentam mais bactérias que as mãos lavadas. Foi assim identificada a razão pela qual devem lavar as mãos antes das refeições, passando os alunos a valorizar este facto em vez de adotarem este comportamento apenas como uma regra a cumprir.

Atividade C

Tema: Microrganismos que intervêm no tratamento de águas residuais

Dia: 24 de outubro de 2011

Iniciei a aula questionando os alunos acerca do destino dado à água que usamos nas nossas casas (na cozinha, casa de banho, etc.), tendo sido o esgoto identificado de imediato pelas crianças. Verifiquei que muitos alunos conheciam ou tinham já ouvido falar acerca das ETAR. Sabiam que nesse local os esgotos são tratados mas sem mais desenvolvimento.

Questionei acerca da existência de micróbios nessas águas. A maioria das crianças reconheceu o esgoto como um local onde é natural encontrar estes seres vivos. No entanto, atribuíram de imediato conotação negativa traduzida em expressões como: “sim, e cheiram mal!..”; “provocam doenças...”; “fazem poluição...”. Assim, os micróbios foram considerados como fazendo parte da constituição normal dos esgotos e nunca como envolvidos no seu tratamento. Desta forma, o papel dos microrganismos no tratamento das águas residuais mostrou ser desconhecido por completo pelas crianças.

Após ter sido explicado às crianças a existência de microrganismos que são benéficos por intervirem no tratamento das águas residuais e dos quais iríamos observar um tipo específico chamados *protozoários*, iniciei a atividade na tentativa de dar resposta ao problema “*Como são os micróbios que limpam as água dos esgotos?*” As previsões registadas pelas crianças evidenciavam algum conhecimento adquirido das atividades anteriores e da explicação dada no início da aula. Assim, algumas crianças afirmaram que iriam observar muitas “bolas”, “bactérias más” ou que “cheiram mal”, ou “*protozoários* atrás de bactérias más”. As observações ao microscópio decorreram sob grande entusiasmo fazendo perceber que o que estavam a observar, superava as suas expectativas. O facto de, nas observações realizadas nas atividades anteriores, terem observado micróbios sem movimento aparente (leveduras e bactérias) terá contribuído com certeza para este entusiasmo. O movimento evidenciado por muitos protozoários assim como as suas diferentes formas entusiasmaram as crianças.

Quando desafiadas a calcular a ampliação dos microrganismos que estavam a observar, algumas crianças conseguiram lembra-se da aula em que foi abordado o microscópio a chegaram a valores corretos.

No fim do protocolo evidenciei, nas respostas registadas, a atribuição de conotação positiva a alguns dos micróbios existentes na ETAR, tendo esta atividade contribuindo para

o reforço da conotação positiva de alguns microrganismos, aspeto também abordado na atividade A2, com a ação das leveduras no fabrico do pão.