



RELACIONAR AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS COM  
A BIODIVERSIDADE: UM ESTUDO COM ECO-  
SENSORES NO 2º CICLO DO ENSINO BÁSICO.

**Telmo José de Sousa Fernandes**

Nº 2016053

Relatório de Estágio realizado no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada II e apresentado à Escola Superior de Educação de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Ensino do 1.º Ciclo de Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico.

**2019**



**RELACIONAR AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS COM  
A BIODIVERSIDADE: UM ESTUDO COM ECO-  
SENSORES NO 2º CICLO DO ENSINO BÁSICO.**

**Telmo José de Sousa Fernandes**

Nº 2016053

Relatório de Estágio realizado no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada II e apresentado à Escola Superior de Educação de Lisboa para obtenção do grau de Mestre em Ensino no 1.º Ciclo de Ensino Básico e de Matemática e Ciências Naturais do 2.º Ciclo do Ensino Básico.

Orientadora: Professora Doutora Maria João Silva

**2019**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família o apoio, a tolerância e compreensão.

Agradeço à professora Maria João Silva pelo seu apoio e sugestões de melhoria ao longo de todo o processo.

Agradeço o apoio do projeto Eco-Sensors4Health (Eco-sensores na promoção da saúde: Apoiar as crianças na criação de escolas ecosaudáveis). O projeto Eco-Sensors4Health (LISBOA-01-0145-FEDER-023235) é co-financiado pelo FEDER (PORTUGAL2020) e pelo Orçamento do Estado Português (FCT).

*“Não temos mais escolha. Ou a humanidade adapta o seu comportamento para dar suporte ao desenvolvimento sustentável - o que significa parar de poluir o ambiente, permitindo a renovação dos recursos naturais e contribuindo para melhorar o bem-estar de todos - ou assina sua própria, mais ou menos iminente, sentença de morte. A educação desempenha um papel crucial no treino dos cidadãos.”*

Koïchiro Matsuura, Director-geral da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), no lançamento da Década. 2005

## RESUMO

Este relatório foi desenvolvido no âmbito na Prática de Ensino Supervisionada II, do Mestrado em Ensino de 1º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e de Matemática e Ciências Naturais no 2º CEB. Esta prática contemplou uma intervenção em contexto de 1º CEB, numa escola privada, com uma turma do 4º ano de escolaridade e outra em contexto de 2º CEB, numa escola pública, com duas turmas do 5º ano de escolaridade. Cada intervenção teve a duração aproximada de nove semanas. As escolas estão localizadas no concelho de Lisboa.

Na intervenção em contexto de 2º CEB, e no âmbito do Projeto Eco-Sensors4Health (Eco-sensores na promoção da saúde: Apoiar as crianças na criação de escolas eco-saudáveis), realizou-se uma investigação com uma turma do 5º ano de escolaridade, com o objetivo de contribuir para uma melhor compreensão da forma como se pode intervir educativamente para sensibilizar as crianças e promover nelas uma melhor compreensão das alterações climáticas, das suas causas e fatores de mitigação, assim como do seu impacto na biodiversidade.

Apesar da investigação ter sido de curta duração, globalmente alcançaram-se resultados positivos - a comparação das respostas do inquérito antes e depois da intervenção educativa revela resultados médios positivos em 11 dos 13 itens – e, particularmente, para os itens 5 *“O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera provoca alterações climáticas”* e 11, *“O aumento de concentração de dióxido de carbono torna a água mais ácida”*, os resultados são estatisticamente significativos.

As atividades experimentais realizadas, com recurso a sensores e em associação com instrumentos de registo usados, parece ser uma forma pertinente de abordagem ao aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico com crianças no 5º ano de escolaridade. Os dados sugerem também a existência de outros fatores importantes, como o uso de imagens para indução de ideias e conceitos, a participação ativa das crianças no processo, a consistência de comportamento do professor estagiário longo do tempo de intervenção e a relação positiva que se conseguiu estabelecer entre professor estagiário e os alunos.

A experiência de intervenção educativa foi globalmente positiva e desafiante e foi mais uma etapa no longo, e sempre inacabado, processo de preparação para a atividade docente.

**Palavras-Chave:** Alterações climáticas; Biodiversidade; Sensores eletrónicos; Educação Ambiental; Ensino Básico

## **ABSTRACT**

The current report was developed within the scope of the Curricular Unit “Supervised Teaching Practice II” of the Master’s degree in Education in the 1st Cycle and in Mathematics and Natural Sciences in the 2nd Cycle of Basic Education.

This practice included an intervention in the context of 1st Cycle of Basic Education, in a private school, with a 4th grade class and another in the context of the 2nd Cycle of Basic Education, in a public school, with two 5th grade classes. Each intervention lasted approximately nine weeks. The schools are located in the municipality of Lisbon.

In the context of the intervention in the 2nd Cycle of Basic Education, and within the scope of the Eco-Sensors4Health Project (Eco-sensors for health: Supporting children to create eco-healthy schools), an investigation was conducted with a 5th grade class to contribute to a better understanding of how to intervene educationally to raise awareness and promote better understanding of climate change, its causes and mitigation factors, and its impact on biodiversity.

Despite the short-term educational investigation, overall positive results have been achieved – a comparison of survey answers before and after the educational intervention reveals positive mean results in 11 of 13 items - and particularly for items 5 'Increasing the concentration of carbon dioxide in the atmosphere causes climate change' and 11, "Increasing carbon dioxide concentration makes water more acidic", the results are statistically significant.

The experimental activities, performed using sensors and paper recording instruments, seem to be a pertinent form of approach to increasing atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations with children in 5th grade. The data also suggest the existence of other important factors such as the use of images to induce ideas and concepts, the children's active participation in the process, the consistency of behavior of the trainee teacher over the intervention time and the positive relationship that was established between the trainee teacher and the students.

The experience of educational intervention was globally positive and challenging and was another step in the long and always unfinished process of preparation for teaching activity.

**Keywords:** Climate change; Biodiversity; Electronic sensors; Environmental education; Basic Education.

# ÍNDICE GERAL

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	PRIMEIRA PARTE .....	11
2.1	Descrição sintética da prática pedagógica desenvolvida no contexto de 1º CEB... 11	
2.2	Descrição sintética da prática pedagógica desenvolvida no contexto de 2º CEB... 17	
2.3	Análise crítica da prática ocorrida em ambos os ciclos..... 25	
3	SEGUNDA PARTE .....	27
3.1	Apresentação do Estudo .....	27
3.2	Enquadramento teórico .....	29
3.3	Metodologia .....	34
3.4	Resultados .....	39
3.5	Conclusão .....	55
4	REFLEXÃO FINAL.....	59
	REFERÊNCIAS .....	62
	ANEXOS .....	71
	Anexo A. Grelha de registo comportamental .....	71
	Anexo B. Descrição das aulas de intervenção .....	72
	Anexo C. Registo das ideias sobre Biodiversidade .....	80
	Anexo D. Registo das ideias sobre Alterações Climáticas .....	81
	Anexo E. Imagens projectadas .....	82
	Anexo F. Protocolos Experimentais.....	85
	Anexo G. Inquérito Pré e Pós Teste.....	88
	Anexo H. Folhas de Registo Experimental.....	90
	Anexo I. Consentimento Informado.....	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Apresentação gráfica da análise do dados das folhas de registo dos alunos na experiência de medição da concentração de dióxido de carbono em diferentes amostras de ar. ....	40
<i>Figura 2.</i> Apresentação gráfica da análise dos dados das folhas de registo dos alunos na experiência de medição do pH (da água da eco-câmara). ....	41
<i>Figura 3.</i> Apresentação gráfica da análise dos dados das folhas de registo dos alunos na experiência de medição do pH (copo com água com ar expirado).....	42
<i>Figura 4.</i> Exemplo de tabela de registo preenchida por um aluno.....	43
<i>Figura 5.</i> Previsões dos alunos em relação à amostra de ar com níveis de dióxido de carbono mais elevados. ....	44
<i>Figura 6.</i> Previsões dos alunos em relação à amostra de ar com níveis de dióxido de carbono mais baixos. ....	45
<i>Figura 7.</i> Respostas, por categorias, à questão de conclusão da FRE 1 “ Quais as fontes de dióxido de carbono no ar?”.....	46
<i>Figura 8.</i> Respostas, por categorias, à questão de conclusão da FRE 1 “ Quem retira dióxido de carbono do ar?” .....	47
<i>Figura 9.</i> Consistência entre as previsões dos alunos para a atividade experimental 1 e 2 da FRE 2.....	48
<i>Figura 10.</i> Respostas à questão de conclusão da FRE 2, “O que acontece à água quando a concentração de dióxido de carbono no ar aumenta?” .....	49
<i>Figura 11.</i> Médias das respostas no pré e pós-teste para os itens em que a evolução é positiva no sentido do “concordo totalmente” .....	50
<i>Figura 12.</i> Médias das respostas no pré e pós-teste para os itens em que a evolução é positiva no sentido do “discordo totalmente”.....	51
<i>Figura 13.</i> Balanço entre os resultados do pré e do pós-teste. ....	51
<i>Figura 14.</i> Comparação entre os resultados do pré e do pós-teste para o item 5. ....	52
<i>Figura 15.</i> Comparação entre os resultados do pré e do pós-teste para o item 11. ....	53

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CEB – Ciclo do Ensino Básico

CO<sub>2</sub> – Dióxido de Carbono

FRE – Folha de Registo Experimental

GEE - Gases com efeito de estufa

NEE - Necessidades Educativas Especiais

ppm – Partes por Milhão

PC – Professora Cooperante

PE – Professor Estagiário

PEA - Projeto Educativo de Agrupamento

PI – Projeto de Intervenção

# 1 INTRODUÇÃO

Este relatório encontra-se estruturado em três partes. Na primeira parte procura-se caracterizar resumidamente os dois contextos de estágio, ambos situados em Lisboa, um deles com uma turma de 4º ano, numa instituição privada, o outro com duas turmas do 5º ano, numa instituição pública. Apresentam-se ainda as principais características físicas e materiais das instituições, o meio sociocultural e socioeconómico das populações-alvo, os princípios orientadores da ação pedagógica, as formas de gestão do processo ensino-aprendizagem, os níveis de aprendizagem e as principais dificuldades observadas. A partir desta caracterização, procurou-se definir as problemáticas e as linhas gerais de ação dos planos de intervenção para cada contexto e os instrumentos de avaliação. A primeira parte deste relatório encerra com uma breve reflexão analítica e crítica sobre a prática ocorrida em ambos os contextos.

A segunda parte deste relatório é dedicada à investigação realizada durante a intervenção educativa no 2º Ciclo do Ensino Básico (CEB), dentro da temática Alterações Climáticas e Biodiversidade e no âmbito do projeto Eco-Sensors4Health<sup>1</sup> (Eco-sensores na promoção da saúde: Apoiar as crianças na criação de escolas eco saudáveis). Este tema foi escolhido pela importância que tem no momento histórico atual, pela importância do contributo da educação no combate às alterações climáticas e na preservação da biodiversidade e por ser um tema intrinsecamente motivante para o autor deste relatório. Identifica-se o problema de investigação - a dificuldade de trabalhar um problema ambiental com a complexidade das alterações climáticas e da biodiversidade, na faixa etária do 5º ano de escolaridade - e as questões-problema - Como abordar a complexidade dos efeitos do aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico com crianças no 5º ano de escolaridade? Como sensibilizar as crianças para reconhecerem a importância de comportamentos que não contribuam para aumentar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera? Nesta parte, apresenta-se ainda um enquadramento teórico para esta temática, descreve-se a metodologia (estudo de caso de natureza sobretudo qualitativa com um grupo de 22 crianças do 5º ano de escolaridade de estatuto socioeconómico baixo), os principais resultados e as principais conclusões do estudo.

---

<sup>1</sup> O projeto Eco-Sensors4Health (Lisboa-01-0145-FEDER-023235) é co-financiado pelo FEDER (PORTUGAL2020) e pelo Orçamento do Estado Português (FCT).

A terceira parte é dedicada a uma reflexão global sobre o processo vivido neste estágio, com o objetivo de identificar alguns dos aspetos mais significativos e algumas dimensões a rever e a melhorar e de fazer um balanço do contributo da experiência educativa e investigativa no desenvolvimento de competências profissionais.

## **2 PRIMEIRA PARTE**

### **2.1 Descrição sintética da prática pedagógica desenvolvida no contexto de 1º CEB**

A escola, em que se realizou o estágio, situa-se na freguesia de São Domingos de Benfica, em Lisboa, num Parque Florestal, em edifícios pertencentes a um Palácio, casas anexas que recentemente sofreram algumas alterações, para viabilizar o funcionamento da escola.

A escola recebe crianças com idades compreendidas na faixa etária dos 3 aos 12 anos aproximadamente, distribuídas pelo Jardim de Infância, 1º e 2º CEB. O seu espaço exterior apresenta 5 zonas: a entrada e recreio do 1.º CEB, por onde entram todas as crianças e respetivas famílias; o exterior do Jardim de Infância; o recreio do Jardim de Infância; o recreio do 2.º ciclo e a floresta, correspondente à mata selvagem, onde se proporcionam passeios e atividades de exploração. Todas as áreas estão interligadas entre si, sendo utilizadas recorrentemente para aceder a diferentes espaços, e onde existem hortas à responsabilidade das diferentes turmas. O espaço de recreio apresenta estruturas em madeira como baloiços, torre e escorrega, tocos de madeira, cordas e tecidos.

Acede-se aos espaços interiores através de pequenas alas de entrada onde crianças e adultos deixam os seus sapatos e casacos. Dentro da escola, circula-se descalço, de chinelos ou com proteções nos sapatos para não sujar os espaços interiores. Todos os espaços contemplam paredes pintadas de diversas cores suaves esbatidas, como o cor de rosa ou o laranja, com móveis em madeira e mesas e cadeiras dimensionadas a pensar nas crianças, quadros de ardósia articulados. Além das salas correspondentes a cada grupo de crianças, os edifícios integram também a receção, secretaria, biblioteca, gabinete de direção/sala de reuniões, gabinete de terapias, sala de atividades, o refeitório, cozinha e zona de lavagens.

A escola inclui duas salas de Jardim de Infância e uma turma por nível de escolaridade, para o 1.º e 2.º CEB e a sua metodologia é baseada na Pedagogia Waldorf e na filosofia que a fundamenta, denominada Antroposofia (para saber mais consultar por exemplo, Lanz, R., 1979). As famílias que optam por esta escola parecem procurar uma metodologia educativa alternativa ao ensino tradicional, valorizando também o contexto natural e cultural em que a escola se insere.

A turma de estágio era, portanto, do 4ºano e era constituída por 19 alunos, 8 raparigas e 11 rapazes, com idades compreendidas entre os 9 e 10 anos. No que se refere à caracterização socioeconómica e sociocultural, não foi possível o acesso aos processos dos alunos. A julgar pelos valores da anuidade constantes no Regulamento

Interno (XXX, 2018) da instituição, supomos que as famílias têm um estatuto socioeconómico médio-alto. E pelas informações obtidas em conversas informais supomos que o ambiente cultural das crianças deve ser rico, pois para além da condição económica referida existem vários pais com atividade profissional artística: músicos, atores, bailarinos, entre outros e parecem ter acesso facilitado à atividade cultural.

Segundo a metodologia Waldorf (Lanz, R. 1979), o 1.º e 2.º CEB seguem a mesma rotina diária: aula principal; intervalo da manhã; aula complementar; aula de exercícios; almoço; aula complementar; trabalhos na escola; e lanche da tarde.

A aula principal corresponde a uma sequência de práticas características das escolas Waldorf. Inicia-se com o poema da manhã, seguido da roda rítmica, passando para um momento de aquisição de novos conhecimentos da época<sup>2</sup> a trabalhar, em seguida o momento do conto e, por fim, encerra-se com outro poema. A roda rítmica<sup>3</sup> incide sobre diferentes áreas curriculares, passando pelos conteúdos abordados tanto da época a desenvolver ou das diferentes épocas já trabalhadas, como pelos contos abordados anteriormente, no nível de ensino a que corresponde. Relativamente ao momento do conto, o 4.º ano incide somente sobre a mitologia nórdica e, pelo que foi possível observar, um único conto é desenvolvido durante todo o ano letivo.

As aulas complementares do 4.º ano são dedicadas ao trabalho com a aquarela, o desenho de forma, a capoeira, o inglês, o alemão, as manualidades<sup>4</sup> (a técnica desenvolvida durante este ano é o ponto cruz), o coro e a música, enquadradas sobretudo no currículo da educação artística, da educação física e do Inglês. As aulas de exercícios e as de trabalhos na escola servem para praticar os diferentes conteúdos trabalhados com o professor titular nas aulas principais, tanto da época a decorrer como de outras.

---

<sup>2</sup> No método Waldorf os conteúdos de algumas áreas curriculares, como por exemplo o estudo do meio, a língua portuguesa e a matemática são abordados rotativamente e por temas específicos em períodos mensais designados por época. Por exemplo, durante o tempo de estágio, observou-se uma época (um mês) dedicado a conteúdos particulares da geografia e intervenção em duas épocas consecutivas (dois meses consecutivos), a primeira dedicada a conteúdos da matemática e a segunda dedicada a conteúdos da língua portuguesa. Por exemplo, o 4.º ano de escolaridade integra as épocas de matemática, português, zoologia e geografia.

<sup>3</sup> Em determinado momento da manhã, existe um momento em que o grupo turma e o professor formam um círculo humano para dançar, cantar, tocar instrumentos musicais, fazer cálculo mental, contar história, etc., e que dura aproximadamente uma hora.

<sup>4</sup> Esta é a designação dada a uma das aulas complementares.

### 2.1.1 Problemática, questões-problema, objetivos gerais e hipóteses de ação

Este contexto de intervenção apresentava um conjunto de características muito particulares e embora fosse identificado como um contexto alternativo ao contexto educativo tradicional, foi possível observar várias características muito semelhantes entre estes contextos:

1. Os alunos participavam muito pouco ativamente no processo educativo. Estava praticamente tudo pensado *a priori* e, assim, a participação das crianças assumia sobretudo uma dimensão executiva. As crianças executavam as tarefas e atividades que alguém decidia serem adequadas para o seu desenvolvimento.

Se alguém se encarregava de pensar todas as tarefas pelas crianças, estas mais dificilmente teriam oportunidade de desenvolver uma postura ativa e crítica de resolução de problemas da vida.

2. Parecia existir a intencionalidade de promover a cooperação dentro da comunidade, no entanto, as estratégias e as técnicas aplicadas não pareciam ser as mais eficientes ou pareciam não estar a surtir os efeitos desejados.

3. Obviamente, que esta visão educativa influenciava muito a dinâmica das aulas, e uma das situações que se observou foi a falta de oportunidades para as crianças tentarem explicitar as suas ideias e raciocínios matemáticos quando chamados a resolver algum problema. Observou-se que perante as dificuldades das crianças, o professor acabava por apresentar a sua estratégia pessoal às crianças, mesmo depois de o aluno mostrar sinais evidentes de maior confusão conceptual.

Desta forma, dos diversos aspetos observados neste contexto, entende-se que teriam carácter prioritário: 1. O fomento da gestão participada do currículo, 2. O fomento do pensamento crítico (Hmelo-Silver, 2004) e da aprendizagem cooperativa (Williams, 1998, p.131-150); 3) O conhecimento explícito da língua portuguesa (Pereira, 2010), particularmente pelo fomento da consciência das relações entre grafemas e os sons da fala (Duarte, 2000) para diminuir a frequência de desvios ortográficos e de pontuação observados. Assim, formularam-se as seguintes questões-problema:

1. Como fomentar a gestão participada dos alunos no currículo num contexto metodológico tão estruturado?

2. Como criar um ambiente educativo onde se promova a cooperação e se fomente o pensamento crítico?

3. Como mitigar a incidência de desvios ortográficos e de pontuação?

Para responder às lacunas identificadas optou-se pela utilização da metodologia de projeto (Katz & Chard, 1997; Vasconcelos et al., 2011), uma vez que proporcionaria situações facilitadoras da participação, da cooperação e estimularia o pensamento crítico. A metodologia de projeto poderia também proporcionar momentos significativos de leitura e escrita, que permitissem trabalhar as várias etapas do processo de escrita e, portanto, também a ortografia e a pontuação. E sugeriu-se também a intervenção em certos aspetos da organização espacial e da dinâmica relacional, de forma a contribuir para um clima de aprendizagem mais construtivo e onde a participação ativa, a cooperação e o pensamento crítico dos alunos pudessem desabrochar.

Deste modo, definiram-se três objetivos gerais para a intervenção educativa, a saber:

- Desenvolver a competência em ortografia e no sistema de pontuação;
- Desenvolver a participação ativa e o pensamento crítico;
- Desenvolver a cooperação.

O primeiro objetivo foi definido para ir ao encontro das fragilidades detetadas na Língua Portuguesa, em particular no domínio escrito, e que são referidas como competências importantes nos documentos orientadores oficiais (Reis et al., 2009; Buescu, Morais, Rocha & Magalhães, 2012; Ministério da Educação, 2018). O segundo e terceiro objetivos centram-se, respetivamente, em competências intrapessoais e interpessoais transversais que, de acordo com a observação realizada e com as orientações oficiais (Gomes, et al., 2017) seria fundamental serem potenciadas.

### **2.1.2 Plano de ação**

Na elaboração do plano de ação foi tida em conta a linha de atuação em vigor nesta turma e, por isso, decidiu-se propor e tentar colocar em prática alguns aspetos, deixando, intencionalmente, de modificar outros.

Assim decidiu-se manter:

1. As rotinas e os rituais diários e semanais;
2. A prática de desenho no quadro de ardósia<sup>5</sup>;

---

<sup>5</sup> Estes desenhos funcionam como uma espécie de ilustração dos conteúdos

3. A estrutura letiva por épocas e, particularmente, a época de matemática prevista, a desenvolver na aula principal, no domínio da geometria.

E decidiu-se realizar as seguintes modificações:

1. Mudar a disposição espacial da sala, a realizar e a refletir com a turma;
2. Desenvolver trabalho de projeto;
3. Partir da realidade das crianças para a construção dos conceitos, desencadeando o processo, tendo por base, sempre que possível, as estratégias informais e o conhecimento intuitivo dos alunos;
4. Introduzir tópicos com situações problemáticas significativas e incitar os alunos a tentar resolvê-las ou pensar nelas, sem se apresentar nenhum processo de solução ou definições prévias. Procurar que os alunos deduzam as regras a partir de alguns exemplos prévios provenientes das situações problemáticas;
5. Promover a interação entre todos os intervenientes, de forma a fomentar um papel ativo dos alunos;
6. Promover o trabalho em pequeno e grande grupo;
7. Promover a participação espontânea e a tolerância aos desvios<sup>6</sup>;
8. Eliminar a censura<sup>7</sup> às produções das crianças;
9. Promover a explicitação construtiva de raciocínios, pelas vias possíveis para cada criança;
10. Valorizar e dar maior ênfase aos aspetos positivos das participações das crianças e ignorar intencionalmente os aspetos mais negativos (para não os reforçar);
11. Estabelecer, sempre que possível, pontes de ligação entre áreas curriculares;
12. Baixar a frequência ou eliminar ações coercivas (como por exemplo, admoestações aos rapazes da turma);
13. A integração, na roda rítmica, de momentos que promovam a exploração individual, ou em grupo, da voz, do corpo, de outros materiais e do espaço.

### **2.1.3 Atividades implementadas e avaliação**

Devido às restrições impostas pela metodologia Waldorf e pela ação do Professor Cooperante (PC), foi bastante difícil fazer emergir um projeto que considerássemos ter significado para o grupo e a função de rede unificadora para as

---

<sup>6</sup> Observámos frequentemente situações de críticas pejorativas e ofensivas entre crianças, quando o desempenho de alguma delas não se enquadrava nos padrões percebidos como normais pelo grupo.

<sup>7</sup> Observaram-se várias situações de censura durante a prática educativa, por exemplo, quando uma criança escreveu uma letra de música com uma opinião "desfavorável" sobre a escola, ou quando uma criança desenhou uma mulher sem roupa, o PC censurou as suas produções, com argumentos baseados em juízos de valor pessoais.

diversas atividades. Foi já durante a primeira semana de intervenção que surgiu tal oportunidade, a partir da ideia de fazer um teatro para apresentar à comunidade educativa na festa de final de ano. As crianças mostraram-se muito motivadas para desenvolver um projeto com esta finalidade, contudo, o PC mostrava-se pouco recetivo a dinamizar o teatro seguindo a metodologia de projeto, pois tinha a intenção de ser ele próprio a dirigir. Tentou-se negociar com o PC e, ainda que com bastantes reservas da sua parte, foi possível desenvolver o trabalho de projeto em torno do teatro. A peça de teatro estaria relacionada com a mitologia nórdica (não foram as crianças a escolher, estava decidido pelo método), mas o assunto motivava-os e, assim, havia condições para prosseguir. Nos momentos de intervenção e tendo em conta os objetivos gerais que nos propusemos alcançar, foi dinamizado o seguinte tipo de atividades, embora não necessariamente por esta ordem:

1. Escrita individual, sobre a parte da história que cada criança gostaria de ver dramatizada;
2. Escrita em grupo, para elaborar o guião para a peça.
3. Leitura, revisão, auto e heterocorreção dos textos produzidos.
4. Improvisações teatrais individuais, a pares ou pequenos grupos (4 ou 5 elementos), nos momentos finais da roda rítmica.
5. Desenho sobre os figurinos imaginados para os vários personagens.
6. Preparação do cenário e figurinos, através do cálculo de perímetro e áreas.
7. Debates para organizar, elucidar e decidir vários aspetos do processo: composição de grupos de trabalho, formas construtivas de criticar, escolha de personagens, características do texto dramático, etc.

Para avaliar a participação ativa, o pensamento crítico e a cooperação recorreremos a uma grelha de observação comportamental (anexo A) e para avaliar a ortografia e pontuação recorreremos à análise das produções dos alunos.

## **2.2 Descrição sintética da prática pedagógica desenvolvida no contexto de 2º CEB**

A escola em que se realizou o estágio no 2º CEB, é uma escola de 2º e 3º CEB e situa-se numa zona limítrofe entre as freguesias de Campolide e Avenidas Novas, numa zona circundada de realidades socioeconómicas díspares. Segundo informações disponibilizadas pela Junta de Freguesia de Campolide, apesar de os problemas derivados da estratificação social antiga terem vindo a ser de algum modo atenuados, as suas marcas e memórias persistem no quotidiano e na realidade social de comunidade de Campolide (Junta de Freguesia de Campolide, 2019). A escola recebe crianças e jovens, sobretudo, do Alto de Campolide, Quinta da Bela Flor, Bairro do Rego, Bairro da Liberdade e Bairro da Serafina, onde as situações de degradação habitacional, realojamento, problemas económicos, sociais e de exclusão social são comuns (Agrupamento de Escolas XXX, 2017). A escola recebe ainda um número elevado de alunos de nacionalidade não portuguesa (Agrupamento de Escolas XXX, 2017).

Esta escola foi diagnosticada como tendo uma baixa taxa de sucesso escolar, pouca eficácia no combate à indisciplina e pouco envolvimento dos Encarregados de Educação na concretização do Projeto Educativo de Agrupamento (PEA) (Agrupamento de Escolas XXXX, 2017), o que parece estar de acordo com os resultados de um estudo recente que indica que *“em Portugal há uma relação muito forte entre o desempenho escolar dos alunos e o meio socioeconómico dos seus agregados familiares”* (Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciências, 2016, p.3).

A base do edifício escolar tem aproximadamente 60 anos e foi construído na época do Estado Novo, beneficiando mais tarde de obras de ampliação e recuperação que permitiram que a escola tenha as diversas salas de aula, as salas dos serviços de administração escolar, as salas de professores e da direção, ginásio, refeitório, papelaria/reprografia, sala de convívio dos alunos, balneários, biblioteca, centro de recursos, laboratórios e salas de artes. O exterior da escola está quase na sua totalidade pavimentado com alcatrão ou cimento, sendo que grande parte da área de recreio é constituído por campos desportivos utilizados nas aulas de educação física. Existem poucas áreas “verdes”: canteiros à entrada da escola, horta utilizada apenas por um núcleo da escola e uma área de aproximadamente 500 m<sup>2</sup> de maior densidade de biomassa. O acesso dos alunos a quase todas as áreas verdes é restrito. A paisagem circundante é dominada por rodovias e por edifícios verticais. Existem

transportes públicos abundantes, autocarros e metropolitano a menos de 200 metros de distância e estação ferroviária a 1300 metros (Google Maps, 2019) e, portanto, é relativamente acessível o acesso à escola.

No que diz respeito a aspetos organizacionais da escola, as rotinas apresentaram indícios de que a ação pedagógica não estava centrada no aluno, mas sim em outros atores da comunidade escolar. Por exemplo, o controlo das entradas e saídas da escola era muito rigoroso por parte das auxiliares de ação educativa; a entrada dos alunos acontecia por uma entrada secundária, enquanto professores e pais recorriam à porta principal; as portas das salas de aulas estavam quase sempre trancadas (inclusive durante as aulas) e apenas os funcionários tinham acesso às mesmas; a organização das salas de aulas era a tradicional (com as mesas dos alunos alinhadas em filas e direcionadas para o local onde se situa o quadro e a mesa do docente), etc. Para além disto, a filosofia da escola coadunava-se com a existência do quadro de valorização e reconhecimento do mérito, em que era de certa forma previsível quais os nomes das crianças que lá seriam inscritos. Há várias dezenas de anos que se conhece a forma como os atores escolares ajudam a reforçar a estrutura de classes da sociedade (Rist, R., 1970). A forma distinta como o professor se comporta com as crianças dos diferentes grupos sociais, torna-se numa importante influência nas conquistas das crianças, o que foi designado de profecias auto-sustentadas.

A intervenção realizou-se em duas turmas de 5.º ano. Estas caracterizavam-se por serem grupos de elevada diversidade cultural, com jovens de etnia cigana e outros de origem africana, médio-oriental e asiática. Eram grupos com um nível socioeconómico baixo (a turma X apresentava 19 em 23 jovens a receberem apoio da Ação Social escolar, 18 dos quais no escalão A; na turma Y, 15 em 24 jovens recebiam apoio ASE, com 9 dos quais no escalão A).

Quanto às classificações no período imediatamente anterior à nossa intervenção, 12 em 22 dos alunos da turma X e 12 em 21 dos alunos da turma Y apresentavam classificações inferiores a 3 a Matemática e 8 em 22 e 10 em 21 dos alunos da turma X e Y respetivamente, apresentavam classificações inferiores a 3 a Ciências da Natureza. Em alguns jovens, as lacunas em áreas como a Matemática e Português pareciam resultar de défices cumulativos ao longo dos anos de escolaridade anteriores. Por exemplo, vários jovens revelaram muitas dificuldades em operações básicas como somar ou subtrair e na leitura e escrita na Língua Portuguesa.

No entanto, a adequação do comportamento e da atitude dos jovens perante o processo de ensino-aprendizagem parecia ser o aspeto mais problemático e desafiante. Por um lado, apresentavam um comportamento inibido em situações em que se lhes pedia participação efetiva, provavelmente por baixa auto-estima ou por receio dos juízos sociais negativos. Por outro lado, apresentavam um comportamento turbulento, provocador e de afrontamento à figura de autoridade na sala, em muitas outras situações, o que exigia uma gestão de relações interpessoais muito cuidadosa.

As turmas integravam vários alunos com Necessidades Educativas Especiais (NEE), nomeadamente um aluno com síndrome de Asperger. Vários sinalizados com Dislexia. Alguns sinalizados com Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção (PDAH). E ainda, uma aluna japonesa, que não tendo à partida dificuldades de aprendizagem identificadas, necessitava de apoio comunicativo porque não falava português nem inglês.

As práticas de ação educativa inseriam-se no modelo tradicional de ensino e caracterizavam-se pela prevalência de momentos expositivos; pela predominância da aprendizagem passiva; por uma organização do espaço e dos materiais centrados no professor; pelo foco da ação educativa na disciplinação comportamental dos jovens (e.g - não era permitido falar ou participar espontaneamente, nem mesmo se a intervenção estivesse relacionada com os conteúdos imediatos da aula; não era permitido levantar-se sem pedir autorização, nem mesmo para ir afiar o lápis; não era permitido espreguiçar, não era permitido rir, etc.); pela baixa autonomia dos alunos para gerir e aprender a gerir situações cotidianas (por exemplo, as idas à casa de banho durante a aula eram normalmente interditas, supostamente porque os intervalos serviam para isso, e assim não era permitido às crianças avaliar e decidir autonomamente consoante a sua condição fisiológica); pelo fomento da competição em detrimento da cooperação entre crianças; pela obediência e, sobretudo, por um clima de coação, em que um dos principais indicadores era a inibição das crianças nos momentos em que lhes era solicitada a participação.

O Manual desempenhava um papel central na ação educativa observada, pois eram raros os momentos em que ele não estava presente neste processo ensino-aprendizagem. As aulas seguiam o curso sugerido pelos Manuais adotados; os sumários centravam-se no Manual (e.g "resolução de exercícios do Manual sobre medição de ângulos", resolução do "Verifico" da página 93 do Manual"); os exercícios e atividades propostas eram as do Manual, os exemplos práticos eram os

do Manual, em caso de dúvida as crianças eram remetidas para alguma página do Manual, as avaliações diagnósticas e as revisões eram feitas com base no que o Manual sugeria e os trabalhos para casa também eram retirados do Manual. As atividades experimentais também eram expostas através de esquemas do Manual ou vídeos retirados da plataforma aula digital, disponibilizados pela editora do Manual como recursos extras para o professor.

Apesar da grande diversidade dentro da turma, a diferenciação pedagógica, de acordo com os critérios de alguns autores (Cadima, 1997; Roldão, 2003), era praticamente inexistente. A ação pedagógica era sobretudo estruturada para o grande grupo, havendo apenas a adequação de tempo durante os testes para alguns alunos que estivessem salvaguardados pelo estatuto de NEE. A exceção à regra era o caso da aluna de nacionalidade japonesa, em que existia algum cuidado em traduzir algumas indicações, recorrendo ao uso da ferramenta Google Tradutor.

### **2.2.1 Problemática, questões-problema, objetivos gerais e hipóteses de ação**

No contexto exposto, foram identificados como problemáticos os seguintes aspetos da situação educativa em que se daria a intervenção:

1. A população alvo incluía uma maioria de jovens com um ambiente socioeconómico e sociocultural baixo;
2. A população alvo apresentava sinais de dificuldades de aprendizagem, nomeadamente uma baixa taxa de sucesso em ciências da natureza e matemática, e lacunas graves em competências supostamente trabalhadas no ciclo de ensino anterior;
3. A população alvo apresentava sinais de dificuldades comportamentais, como falta de autonomia e proatividade, dispersão da atenção, passividade e desinteresse;
4. A ação educativa em vigor, como se procurou ilustrar anteriormente, era centrada no cumprimento do programa, acima das necessidades do aluno. As características da ação educativa, nomeadamente o tipo de interação professor-aluno e aluno-aluno, a baixa diferenciação pedagógica, o ensino não centrado nos alunos e o clima de aprendizagem, entre outros fatores, não favoreciam a igualdade de oportunidades.

Perante este panorama educativo emergiu uma questão importante para a intervenção:

Que estratégias se poderiam adotar para tentar, por um lado, mitigar as vulnerabilidades detetadas no grupo de crianças sem, por outro lado, introduzir alterações no processo de ensino-aprendizagem que despoletassem resistências na PC?

E definiram-se três objetivos gerais para a intervenção educativa, um por cada área curricular em que iríamos intervir e um objetivo geral relativo a competências intrapessoais e interpessoais transversais:

- Desenvolver o sentido de número racional (Bivar, Grosso, Oliveira & Timóteo, 2013).
- Desenvolver o conceito de biodiversidade animal (Bonito et al., 2013).
- Desenvolver a autonomia, a cooperação e a participação ativa e construtiva (Gomes et al., 2017).

### **2.2.2 Plano de ação**

Tendo em consideração a linha de atuação em vigor nestes grupos-turma, decidiu-se propor e tentar colocar em prática alguns aspetos, sem modificar outros. Assim decidiu-se manter (apesar de não se concordar com algumas situações):

1. A disposição espacial da sala;
2. A rotina de entrada em sala de aula (fazer uma fila à porta da sala);
3. A lógica de orientar e ordenar os conteúdos pela ordem sugerida pelo manual;
4. Os instrumentos de avaliação (os testes sumativos e as questões de aula, no caso da matemática).

E decidiu-se realizar as seguintes modificações:

1. Partir da realidade das crianças para a reconstrução didática dos conceitos;
2. Desencadear os processos tendo por base, sempre que possível, as estratégias informais dos alunos;
3. Introduzir os tópicos com situações problemáticas significativas e incitar os alunos a tentarem resolvê-las ou pensar nelas, sem se apresentar nenhum processo de solução ou definições prévias;
4. Colocar o foco na interação entre todos os intervenientes de forma a fomentar um papel ativo dos alunos;

5. Promover o trabalho em pequeno e grande grupo;
6. Promover a participação espontânea e a tolerância aos desvios;
7. Promover a explicitação construtiva de raciocínios, pelas vias possíveis para cada criança;
8. Introduzir mais atividades práticas e laboratoriais;
9. Valorizar e dar maior ênfase aos aspetos positivos das participações das crianças e ignorar intencionalmente os aspetos mais negativos (para não os reforçar);
10. Estabelecer, sempre que possível, pontes de ligação entre áreas curriculares;
11. Baixar a frequência ou eliminar ações coercivas (como por exemplo, o recurso ao caderno do aluno para enviar recados aos encarregados de educação).

### **2.2.3 Atividades implementadas e avaliação**

Procurou-se que as atividades a implementar estivessem em sintonia com a aprendizagem baseada na resolução de problemas (Hmelo-Silver & Barrows, 2006), de forma a potenciar o pensamento crítico das crianças. Em Matemática, introduziram-se situações problemáticas reais com o intuito de trabalhar os números racionais. Adaptou-se, por exemplo, a seguinte proposta de um autor (Monteiro, Pinto & Figueiredo, 2005):

*O professor trouxe uma caixa chocolates com 12 pedaços e quer partilhá-los igualmente pelos alunos do 5º C presentes na aula. Que parte do chocolate caberá a cada um?*

*Descreve o processo que utilizaste para responder à questão. Podes fazê-lo utilizando palavras, esquemas, desenhos, material ou cálculos.*

*Cada aluno comerá mais ou menos que um pedaço? Explica o teu raciocínio.*

Esta tarefa de exploração decorreu em duas aulas de 45 m. Na primeira parte, os alunos trabalharam autonomamente durante 45 m, aos pares e com ajuda de um modelo do chocolate em cartão. Incitaram-se os alunos a tentarem resolver o problema, sem apresentar nenhum processo de solução prévia. Valorizaram-se as estratégias informais dos alunos. Nos 45 m seguintes (no dia seguinte), deu-se a oportunidade de cada par apresentar a solução encontrada e de explicitar o seu raciocínio perante o grupo. Abriu-se a discussão ao grupo, tendo em mente que é a partir dessa interação que se gerará conhecimento matemático significativo

(Whitenack & Yackel, 2002). E por último, procurou-se sistematizar as principais ideias e conceitos-chave.

Em Ciências da Natureza, destaca-se a atividade sobre alterações climáticas e biodiversidade, realizada no âmbito do estudo do subdomínio programático “A diversidade nos animais” (Bonito, J. et al., 2013), e que será descrita e discutida com maior pormenor na segunda parte deste relatório.

A avaliação dos alunos nas áreas de Matemática e Ciências da Natureza foi realizada, por um lado, usando os instrumentos previstos pela instituição e pela PC, nomeadamente os testes sumativos e as questões de aula (no caso da Matemática) e, por outro lado, através das produções - para dar maior ênfase a uma perspetiva de avaliação contínua e formativa.

Em relação ao primeiro objetivo geral, os dados das fichas de avaliação da turma Y revelam 9/15 resultados abaixo dos 50%, o que parece indicar que uma parte considerável das crianças não conseguiu aprender o suficiente sobre os conteúdos e que as dificuldades, no geral, continuam a ser elevadas. No entanto, neste grupo, 5/15 obteve resultados superiores aos resultados do primeiro período e apenas 1/15 obteve resultado inferior aos resultados do primeiro período. Isto parece ser um sinal positivo e poderá indicar que houve mais crianças a progredir no seu nível de aprendizagem do que a regredir. Em relação à turma X, 10/17 resultados abaixo dos 50 %, o que sugere que mais de metade do grupo também parece não ter conseguido aprender o suficiente e que as dificuldades, no geral, continuam a ser elevadas. Apenas 1/20 crianças obteve resultados superiores aos resultados do primeiro período e 3/20 obtiveram resultados inferiores aos do primeiro período. Ou seja, este indicador parece ser um sinal negativo e poderá indicar que algumas crianças baixaram o seu rendimento académico, que no geral já era baixo.

Em relação ao 2º objetivo geral, os dados das fichas de avaliação para a turma Y revelam resultados bastante elevados. Nenhuma criança do grupo obteve resultados abaixo dos 50 %, com 13/20 acima dos 70 %. Estes resultados parecem indicar que as crianças deste grupo, no global, alcançaram um nível de aprendizagem bastante elevado dos conteúdos. Neste grupo, 17/20 das crianças obtiveram resultados superiores aos resultados do primeiro período. Em relação à turma X, 6/21 das crianças obtiveram resultados abaixo dos 50%. Os resultados parecem indicar que no geral as crianças alcançaram um nível de aprendizagem dos conteúdos satisfatório. Neste grupo, 9/21 das crianças obteve resultados superiores aos

resultados do primeiro período e 3/21 obteve resultados inferiores aos resultados do primeiro período, ou seja, parece indicar que houve mais crianças a progredir do que a regredir nas aprendizagens.

Em relação ao 3º objetivo geral do plano de ação, apesar de se ter introduzido várias mudanças para trabalhar este objetivo, não se avaliou quantitativamente o seu nível de aquisição e por isso não existem dados quantitativos que expressem o impacto que a ação educativa possa ter tido na autonomia, cooperação e participação construtiva. Em resultado da vivência e da observação participante informal, julga-se que várias crianças apresentaram melhorias em pelo menos alguns dos aspetos que nos propusemos desenvolver, como iniciativa, partilha e participação ativa.

## 2.3 Análise crítica da prática ocorrida em ambos os ciclos

Os dois contextos de estágio tiveram mais semelhanças fundamentais do que se esperava à partida. Com base nas informações disponíveis (o que se conhecia das experiências em escolas públicas e o que não se conhecia e se fantasiava sobre as escolas com a abordagem Waldorf), tinha-se a expectativa de encontrar um contexto tendencialmente construtivo no estágio em 1º CEB e o contexto possível no estágio em 2º CEB.

Por um lado, o meio físico do contexto de 1º ciclo tinha elevado potencial exploratório, pela sua localização privilegiada, com abundância de elementos naturais, materiais pouco elaborados que proporcionavam oportunidades de jogo criativo às crianças, menores níveis de poluição sonora, visual, atmosférica. Por outro lado, no meio físico do contexto de 2º ciclo predominavam os elementos artificiais, o pavimento de cimento e alcatrão, a presença de edifícios em todo o perímetro, o tráfego rodoviário e aeronáutico, a menor densidade de biomassa, etc. Estes dados levaram a eleger o contexto de 1º CEB como o mais adequado à intervenção educativa.

Contudo, em relação a outros aspetos da intervenção educativa, como o tipo de relação pedagógica, o tipo de gestão curricular e a implicação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, as semelhanças entre contextos foram, neste estágio, consideradas muito maiores do que suporia à partida.

No contexto de 2º CEB, prevalecia uma abordagem de ensino tradicional (Torrado, 2002), com ensino diretivo e aprendizagem passiva; toques de entrada e de saída; grupos de nível; ênfase nos testes e no programa; clima de conflito e de aplicação de medidas disciplinares aos alunos e outros aspetos que se procurou descrever e ilustrar na seção anterior.

Neste contexto, o tipo de relação pedagógica era marcada por vínculos afetivos ambivalentes (Cassidy & Berlin, 1994) e, por vezes, por formas de comunicação que podem ser consideradas contraproducentes e paradoxais (aceção de Watzlawick, Weakland, & Fisch, 1974). Será que os comportamentos dos estudantes, como por exemplo, a desatenção, as dificuldades de aprendizagem, os comportamentos desafiadores, a violência entre estudantes, não podem ser também reações a este ambiente? Existem evidências que o conflito entre crianças e os seus professores pode afetar as atitudes da criança em relação à escola por criar uma atmosfera mais aversiva que solidária para a criança (Birch & Ladd, 1997). Normalmente, crianças com aquele perfil comportamental gostam menos, evitam mais, comprometem-se

menos, apresentam menos comportamentos cooperativos e menor autonomia na escola (Birch & Ladd ,1997). Por outro lado, este tipo de comportamentos da criança podem ser percebidos pelo professor como litigiosos e alimentar ainda mais o conflito na relação (Birch & Ladd ,1997). Ainda de acordo com este estudo, para as crianças, os professores podem servir como substitutos temporários do principal prestador de cuidados no novo meio ambiente que é o espaço escolar. As crianças que são percebidas pela professora como dependentes podem estar a usá-la como fonte de suporte num meio em que se sentem sozinhas. Esta “colagem” ao professor pode também restringir a exploração e a interação com os pares, aumentando a probabilidade de isolamento social (e respectivos sentimentos) e menor autonomia.

A gestão destes aspetos relacionais foi uma dimensão fundamental em toda a intervenção no 2º CEB. O sucesso da intervenção dependia absolutamente da forma como estes aspetos relacionais iam sendo resolvidos. As crianças estavam adaptadas às formas de comunicação descritas e embora a mudança de registo fosse considerada necessária, a transição entre registos foi difícil de se fazer. As crianças pareciam não saber gerir o maior grau de liberdade e autonomia que lhes era proporcionado, pareciam não compreender nem aceitar que se lhes pedisse uma maior implicação pessoal na gestão do currículo e do seu próprio processo de aprendizagem, provavelmente porque não tinham, até ao momento, desempenhado um papel mais responsável e com maior autonomia.

No contexto de prática do 1º CEB, a atitude e a ação educativa também eram tendencialmente de base diretiva e focadas na disciplina das crianças. Na metodologia aplicada neste contexto, as Artes tinham um papel central. Todavia, pelo que foi possível observar, em cerca de dois meses de contacto com este contexto, as diversas artes eram também elas abordadas sobretudo de uma forma diretiva. Por exemplo, o professor cantava uma música, as crianças replicavam em coro, o professor fornecia uma coreografia, as crianças seguiam os seus passos, o professor desenhava no quadro, as crianças copiavam para o caderno, etc. Portanto, as crianças tinham essencialmente um papel passivo no processo, embora se movessem, cantassem, tocassem instrumentos, pintassem, desenhassem, etc. Parecia haver escassas oportunidades de criação individual. Importa considerar as indicações da Comissão Nacional da UNESCO (2006, p. 6), enfatizando que são aspetos fundamentais da educação artística a participação ativa “*em experiências, processos e desenvolvimentos criativos*”.

## **3 SEGUNDA PARTE**

### **3.1 Apresentação do Estudo**

Este estudo foi realizado no âmbito do Projeto Eco-Sensors4Health, que visa melhorar a saúde ambiental das escolas, através da avaliação de problemas de saúde ambiental pelas crianças e através da sua intervenção sobre os fatores ambientais que podem afetar a saúde (Silva, Ferreira, Souza, Alves & Batista, 2018). Neste projeto, as tecnologias de informação e comunicação cotidianas, como os sensores digitais, apoiam a participação das crianças e a eco-inovação, na criação de escolas saudáveis e sustentáveis (Silva, Ferreira, Souza, Alves & Batista, 2018).

Em particular, este estudo pretendia contribuir para alcançar um dos objetivos gerais do projeto, a saber:

In the Eco-Sensors4Health Project, children will use eco-sensors in indoor, but also in outdoor school environments. This will make possible to scaffold children in increasing awareness of multi-causality, complexity, and uncertainties [EEA15] of the relations between outdoor and indoor, urban, rural and maritime environment, while using such knowledge to improve schools' environmental health and quality of life, and communicating their observations and actions, through ICT tools. (Projeto Eco-Sensors4Health , 2016).

#### **3.1.1 Identificação do problema**

Pode-se identificar as alterações climáticas, as suas causas (a atividade humana) e as suas consequências (nomeadamente o seu impacto negativo na biodiversidade), como o problema ambiental fundamental desta investigação. Apesar dos esforços de sensibilização desenvolvidos nas últimas décadas, a situação tem vindo a agravar-se através da contínua acumulação de gases com efeito de estufa na atmosfera (IPCC, 2014).

O problema de investigação pode ser expresso como a dificuldade de trabalhar um problema ambiental com esta complexidade, na faixa etária do 5º ano de escolaridade.

#### **3.1.2 Identificação do objetivo de estudo e das questões-problema**

O objetivo deste estudo de caso, com um grupo de crianças do 5º ano de escolaridade de uma escola de Lisboa, é contribuir para uma melhor compreensão da forma como se pode intervir educativamente para alcançar 1. a tomada de consciência do impacto das alterações climáticas na biodiversidade 2. a identificação de fatores

desencadeadores das alterações climáticas e 3. a identificação de fatores mitigadores das alterações climáticas.

Assim, pretendia-se desenvolver uma investigação-ação que ajudasse a responder às seguintes questões-problema:

1. Como abordar a complexidade dos efeitos do aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico com crianças no 5º ano de escolaridade?
2. Como sensibilizar as crianças para reconhecerem a importância de comportamentos que não contribuam para aumentar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera?

### 3.2 Enquadramento teórico

Os cientistas já referem a época actual como uma nova era geológica e designam-na de Antropocénico – A Época da Humanidade – como referência ao impacto profundo que a atividade humana deixará no registo fóssil. As evidências sugerem que se está a testemunhar o 6º evento de extinção em massa<sup>8</sup> dos cerca de 4600 milhões de anos da história do planeta (Barnosky et al., 2011; Ceballos et al., 2015), 65 milhões de anos após o último evento de extinção em massa (Raup, D. M. & Sepkoski, 1982); Jablonski, 1994), responsável pela extinção de aproximadamente 75% das espécies, inclusivamente a extinção dos dinossauros, o grupo de seres vivos dominantes na época. Todos os seis eventos parecem ter tido causas diferentes (Barnosky, et al., 2011), mas todos parecem ter tido algum em comum: uma subida drástica dos gases com efeito de estufa na atmosfera (Caplan & Bustin, 1999; Sheehan, 2001; Schoene, Guex, Bartolini, Schaltegger, & Blackburn, 2010; Schulte, et al., 2010; Barnosky, et al., 2011; Joachimski et al., 2012).

Os dados da investigação sugerem que a actual extinção em massa de espécies tem a particularidade de ser causada direta e indirectamente pela atividade humana (Pimm, Russell, Gittleman, & Brooks, 1995; Dirzo & Raven, 2003; Wake & Vredenburg, 2008; Hoegh-Guldberg & Bruno, 2010; IPCC, 2014). Por um lado, directamente através da caça, da pesca e da exploração comercial excessivas e negligentes e, por outro lado, indirectamente através das alterações climáticas e destruição de ecossistemas que o padrão de atividade moderno tem produzido (IPCC, 2014).

As Nações Unidas, depois da Conferência do Rio de Janeiro de 1992 e reforçando a Declaração de Estocolmo de 1972, elaboraram a Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, que colocou definitivamente o Desenvolvimento Sustentável no centro das atenções e na agenda política (UNESCO, 1992).

Em 2001, o Conselho Europeu de Gotemburgo adotou a Estratégia de Desenvolvimento Sustentável da União Europeia, que reconhecia a necessidade de ação urgente em quatro áreas de intervenção prioritárias: alterações climáticas, transportes sustentáveis, riscos para a saúde pública e recursos naturais. Esta

---

<sup>8</sup> Aqui definida como uma perda extrema da diversidade biológica (ver por exemplo, Barnosky, A. et al 2011)

estratégia afirmava ainda que “caberá aos cidadãos e às empresas a implementação de mudanças no padrão do consumo e do investimento” (Agência Portuguesa do Ambiente, 2007, p.7). O Desenvolvimento Sustentável, de acordo com o relatório da comissão Brundtland de 1987 (ONU, 1987, p.54), é o tipo de desenvolvimento que atende às necessidades (em particular às necessidades das pessoas mais empobrecidas no planeta e às quais deve ser dada prioridade) do presente, sem comprometer as possibilidades das gerações futuras atender ou alcançar as suas próprias necessidades.

Todavia, a mudança de comportamento dos cidadãos e das empresas – também elas conduzidas por cidadãos – depende, em grande parte, do investimento que se fizer na educação. Em 2005, a Organização das Nações Unidas emitiu uma Declaração sobre Educação para o Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2012), onde foi reconhecido o valor da educação e dos educadores no Desenvolvimento Sustentável - a sustentabilidade começa com os educadores – e onde foi reconhecido a sua função charneira para alcançar os objetivos de desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2017), ideia reforçada na conferência de Paris, em dezembro de 2015 e amplamente difundida na Estratégia Nacional de Educação Ambiental (Agência Portuguesa do Ambiente, 2017, p.10).

Os estilos de vida, nomeadamente, o tipo de transporte, o tipo de alimentação, o tipo de habitação, o tipo de agricultura, as fontes energéticas dominantes, etc. geram subprodutos que são problemas para o clima e para os ecossistemas (Tobiszewski & Namieśnik, 2012; Agência Europeia do Ambiente, 2019). Em 2010, 35 % das emissões de Gases com efeito de estufa (GEE) foram libertadas pelo setor energético, 24% pelo setor da agricultura, silvicultura e outros usos do solo, 21% pelo setor industrial, 14% pelo setor dos transportes e 6,4 % pelo setor da construção (IPCC, 2014, p.46). Apesar de toda a informação disponível e dos alertas científicos nas últimas décadas, o cenário tem vindo a acentuar-se. Metade das emissões cumulativas antropogénicas com efeito de estufa entre 1750 e 2011 ocorreram nos últimos 40 anos (IPCC, 2014). Segundo informações do Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC, 2014), do total de emissões, 59% são emissões de CO<sub>2</sub> derivado dos combustíveis fósseis e dos processos industriais, 16 % resultado de emissões de CO<sub>2</sub> derivado da silvicultura e outros usos do solo, 18% são emissões de metano e 7,4% são emissões de óxido nitroso.

O CO<sub>2</sub> é um dos constituintes do ar atmosférico, embora a sua concentração seja muito baixa (aproximadamente 0,04%). Como referimos anteriormente, as concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico têm vindo a aumentar significativamente devido a fatores antropogénicos (IPCC, 2014) e este aumento só não tem sido mais acentuado porque a massa de água do planeta absorve o CO<sub>2</sub> para equilibrar o sistema (Riebeek, 2008). A dissolução de CO<sub>2</sub> na água tem diminuído o seu pH e isso tem efeitos nos ecossistemas aquáticos, por exemplo, todos os organismos com concha de carbonato de cálcio são afectados (Orr et al., 2005), porque as suas conchas são vulneráveis a um meio acidificado, e com eles podem desaparecer também muitos outros organismos que dependem deles para sobreviver.

As plantas e as algas fixam o CO<sub>2</sub> atmosférico e têm, por isso, um papel fundamental na redução dos gases com efeito de estufa e na mitigação das alterações climáticas.

A Educação Ambiental e a Educação para o Desenvolvimento sustentável são reconhecidos como domínios obrigatórios de educação para todos os níveis e ciclos de escolaridade na Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania (Monteiro et al., 2017).

A Estratégia Nacional de Educação Ambiental definiu os princípios orientadores da educação ambiental, dos quais se realçam aqui três: 1. Educar para a capacitação da sociedade face aos desafios ambientais; 2. Educar para a Sustentabilidade; 3. Educar para uma Cidadania Interveniente. (Agência Portuguesa do Ambiente, 2017). Estes princípios devem constituir uma referência para a prática educativa, de modo a alcançar os objetivos fundamentais expressos neste relatório, a saber: 1. A descarbonização profunda da sua sociedade até 2050. 2. Tornar a economia circular e 3. Valorizar o território.

A escola, enquanto instituição de educação e em consonância com número crescente de políticas de mitigação das alterações climáticas, tem um papel importante na mitigação do impacto antropogénico negativo nos ecossistemas, nomeadamente pela promoção de estilos de vida e pelas mensagens<sup>9</sup> que envia para

---

<sup>9</sup> As mensagens a que nos referimos dizem respeito não somente às mensagens respeitantes ao domínio verbal da comunicação, mas sobretudo às respeitantes ao domínio não verbal da comunicação, que incluem as práticas e os comportamentos observáveis dos atores escolares.

a toda a comunidade educativa<sup>10</sup> através das suas práticas educativas. A escola tem portanto um papel importante na educação e sensibilização em matéria de ambiente, na promoção de comportamentos que protejam e recuperem os ecossistemas, nomeadamente a despoluição do ar, da água e do solo.

Em Portugal, um dos programas de referência é o Programa Eco-escolas e está a ser implementado desde o ano letivo 1996/1997. É um programa educativo internacional que “pretende ser um contributo metodológico para uma educação participada e esclarecida em escolas onde educar é criar cidadãos conscientes e activos pelo ambiente” (Associação Bandeira Azul da Europa, 2014, p. I) e que no ano letivo 2010/2011 contava já com 1500 escolas inscritas (Direção-Geral da Educação, s.d.).

Ao nível académico também se tem assistido a um crescente número de trabalhos de investigação com diferentes objetivos ligados à educação ambiental, por exemplo: averiguar se os conhecimentos de ecologia dos alunos influenciam as suas práticas de sustentabilidade (Ferreira, 2007); contribuir para compreensão da forma de implementação da metodologia do programa Eco-Escolas na perspectiva de construção de um instrumento de avaliação (Gomes, 2009); conhecer as percepções, valores e atitudes face à natureza e ao ambiente (Santos, 2010); contribuir para a autoformação de professores em educação para Desenvolvimento Sustentável (Leitão, 2012); fomentar a Educação para o Desenvolvimento Sustentável nos professores do Ensino Básico (Cruz, 2013); estudar a relação entre a sustentabilidade e os projetos ambientais existentes nas escolas (Magalhães, 2014); ajudar os alunos a compreender as alterações climáticas e o seu impacto na biodiversidade (Lopes, 2018).

A investigação tem vindo a sugerir que, ao longo do desenvolvimento, as pessoas *constroem* modelos mentais que dão sentido às suas experiências de vida. Para que um novo facto ou conceito faça sentido, ele tem de se enquadrar de alguma forma no modelo mental previamente construído. Se isso não acontecer é menos provável que o aprendiz consiga recordar a nova informação num momento posterior. Os alunos, portanto, não absorvem simplesmente os conteúdos que lhes são transmitidos, mas cada um procura automaticamente encaixá-los nas suas construções prévias (Allen, 2010). Este processo ocorre continuamente na sala de aula (Allen, 2010). A abordagem escolhida para a intervenção neste estudo é baseada

---

<sup>10</sup>Inclui os alunos, os professores, os auxiliares de educação, mas também os pais, os agentes políticos, etc.

nas ideias do construtivismo social<sup>11</sup> e da construção de conhecimento em contexto social (John-Steiner & Mahn, 1996; Jones & Brader-Araje, 2002).

---

<sup>11</sup> Uma ideia transversal a todas as definições de Construtivismo é que o desenvolvimento da compreensão requer que o aprendiz se envolva ativamente na criação de significado. O conhecimento não é passivamente recebido mas construído pelo sujeito que aprende. O Construtivismo deslocou o foco do conhecimento como um produto para o conhecimento como um processo. O Construtivismo Social coloca o ênfase no papel da comunidade e das pessoas significativas no processo de aprendizagem (Jones, & Brader-Araje, 2002).

### **3.3 Metodologia**

O objetivo central do estudo e as questões de investigação foram explicitados na secção “apresentação do Estudo”.

Em relação às crianças participantes, foram escolhidos por conveniência (na aceção de Aires, 2011) os 22 alunos (13 rapazes e 9 raparigas) de uma das turmas do 5º ano de escolaridade em que os estagiários intervieram, no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada, na qual este relatório se enquadra. Como foi referido na secção de descrição sintética da prática de 2º ciclo, estes participantes são sobretudo crianças com estatuto socioeconómico baixo. No estudo participaram ainda os dois estagiários e a PC.

Esta investigação é de natureza qualitativa, embora sejam utilizadas algumas técnicas quantitativas (Creswell, 2008) e constitui-se como estudo de caso (Yin, 2003), com características de ação-investigação. O seu objetivo fundamental é melhorar a compreensão do caso particular em estudo.

#### **3.3.1 As fases do processo de investigação**

O processo de investigação desenrolou-se em 5 fases:

- I. Revisão bibliográfica
- II. Observação do grupo-turma

Decorreu formalmente na primeira quinzena do período de estágio, mas informalmente prolongou-se pelo menos até à data de início da intervenção.

#### **III. Pré-teste**

Resumiu-se à aplicação de um inquérito para recolher as ideias dos participantes, no momento imediatamente anterior ao início da intervenção.

#### **IV. Intervenção**

A intervenção desenrolou-se ao longo de sete aulas de 50 minutos de Ciências Naturais, entre 28 de fevereiro e 14 de março de 2019. O tema afigurava-se de elevada complexidade tendo em conta os participantes, por isso, antes de introduzir as atividades experimentais, dedicaram-se as três primeiras aulas a discutir previamente alguns conceitos e fazer emergir ideias do grupo. Faz-se aqui um resumo das diferentes sessões, mas uma descrição mais completa de cada uma das sete aulas de intervenção, pode ser consultada no Anexo B. Na primeira aula fez-se um debate e formularam-se as seguintes questões para o grupo “O que entendem por

biodiversidade?’’ e ‘‘O que entendem por alterações climáticas?’’. As preconcepções dos alunos foram registadas no quadro à medida que iam sendo verbalmente formuladas e registaram-se as ideias de grupo (anexos C e D) sobre cada uma das questões. Na segunda aula, mostraram-se imagens (anexo E) para promover novo debate e formularam-se mais questões ‘‘O que estará a causar as alterações climáticas?’’ e ‘‘Como é que as alterações climáticas influenciam a biodiversidade animal?’’. Na terceira aula, retomaram-se as questões da aula anterior e partindo das ideias das crianças foram-se formulando novas questões para abrir caminho à atividade experimental ‘‘Será que a poluição atmosférica afeta a água dos oceanos e dos mares?’’, ‘‘Que fontes de poluição atmosférica conhecem?’’, ‘‘E quais são os poluentes lançados para o ar no fumo?’’, ‘‘Será que o fumo dos escapes tem dióxido de carbono?’’, ‘‘Será que o dióxido de carbono é mesmo poluição?’’, ‘‘ Se o dióxido de carbono existe na atmosfera, porquê considerá-lo poluição?’’, ‘‘ Será que podemos verificar / medir a quantidade de CO<sub>2</sub><sup>12</sup> que se emite?’’. Com esta última questão, partiu-se para uma sequência de atividades experimentais significativas. As três aulas seguintes foram dedicadas às atividades experimentais propriamente ditas. Na quarta aula, realizou-se a primeira atividade experimental com sensores eletrónicos (ver protocolo no anexo F), de medição da concentração de CO<sub>2</sub> em diversas amostras de ar, acompanhada pelo preenchimento da Folha de Registo Experimental 1 (FRE 1). Na quinta aula, fez-se uma recapitulação dos resultados da atividade experimental da aula anterior e concluiu-se o preenchimento da FRE 1. Introduziram-se as atividades experimentais de medição do pH da água com sensores eletrónicos, mas sem as realizar. Promoveu-se uma conversa em grande grupo para discutir e esclarecer o conceito de pH. Na sexta aula, realizaram-se as atividades experimentais 1 e 2 (atividades 2 e 3 no anexo F) da Folha de Registo Experimental 2 (FRE 2), de medição do pH de amostras de água, acompanhadas pelo preenchimento da FRE 2. Na sétima e última aula, fez-se uma sistematização em grande grupo do que se fez e do que se aprendeu e os últimos dez minutos foram dedicados ao preenchimento do pós-teste.

## V. Pós-teste

Resumiu-se à aplicação do inquérito para recolher as ideias dos participantes no momento imediatamente posterior ao fim da intervenção.

---

<sup>12</sup> O que medimos foi a concentração de CO<sub>2</sub>, contudo por questões de adequação de vocabulário e para evitar a introdução excessiva de novos conceitos, formulou-se a questão deste modo.

### 3.3.2 Os instrumentos de recolha de informação

Os instrumentos de recolha de informação usados foram:

- a. Um inquérito pré-teste e pós-teste (Anexo G), adaptado do Toolkit Eco-sensors4Health (Projeto Eco-sensors4Health, 2019), composto por 13 itens que são afirmações relacionadas com o tema trabalhado. Para cada afirmação, as crianças deviam manifestar o seu grau de concordância/discordância através de uma escala de Lickert com as seguintes possibilidades de resposta: *discordo totalmente; discordo; não concordo, nem discordo; concordo; concordo plenamente*. Na cotação das respostas, para cada uma das possibilidades atribuiu-se um valor numérico de 1 a 5, desde 1 para *discordo plenamente* até 5 para *concordo plenamente*. Este inquérito foi administrado, num primeiro momento, imediatamente antes de se iniciar o processo de intervenção educativo delineado, e num segundo momento, imediatamente após a conclusão daquele processo. Como uma das características do grupo era a existência de crianças com dificuldades de leitura, os professores estagiários (PE) e a professora cooperante (PC) percorriam a sala dissipando eventuais dúvidas na compreensão dos enunciados. As crianças tiveram cerca de 10 minutos para responder, mas houve flexibilidade para com os diferentes ritmos.
- b. Duas Folhas de Registo Experimental (FRE, ver Anexo H), adaptadas de Martins, et al (2007), compostas por quatro tipos de questões, que surgiam pela ordem seguinte: 1º - questões de previsão, 2º - tabelas ou grelhas de registo de observações, 3º - questões de verificação e 4º - questões de conclusão. As questões destes instrumentos eram questões de tipo aberto. A FRE 1 serviu de suporte à primeira atividade experimental. A FRE 2 serviu de suporte à segunda e terceira atividade experimental. Os dados foram registados pelos alunos, individualmente.
- c. Registo áudio das aulas

### 3.3.3 As atividades experimentais

A atividade experimental da FRE 1 foi adaptada de algumas tarefas do Projeto Eco-Sensors4Health (2019) e consistiu no uso do sensor de dióxido de carbono<sup>13</sup> para medir a concentração deste gás em diversas amostras de ar (ar do jardim; ar da sala;

---

<sup>13</sup> Modelo: *PASPORT Wireless CO<sub>2</sub> Sensor PS-3208*

ar da sala com janelas abertas; ar junto à estrada, ar expirado, ar dentro da campânula depois da combustão de uma vela). Para o ar do jardim e para o ar junto à estrada, a medição foi realizada numa garrafa com uma amostra previamente recolhida. Para o ar expirado a medição foi realizada numa garrafa com uma amostra recolhida no momento. Para o ar da sala e ar da sala com janelas abertas, a medição foi realizada no local com as condições referidas. Para o ar depois da combustão da vela, a medição foi realizada dentro de uma eco-câmara<sup>14</sup>. Os resultados das medições foram exibidos instantaneamente no ecrã de um *tablet* com a *app Sparkvue* que trata e apresenta em múltiplas representações os dados adquiridos pelo sensor de CO<sub>2</sub> (Sousa, Alves e Silva, 2019).

Mediu-se a concentração de CO<sub>2</sub> no interior da garrafa com a amostra de ar recolhida no jardim. Registou-se o resultado da medição na FRE 1. Mediu-se a concentração de CO<sub>2</sub> no interior da sala de aula, aproximadamente duas horas depois do início da sua ocupação diária. Registou-se o resultado da medição na FRE 1. Abriram-se todas as janelas da sala e mediu-se a concentração de CO<sub>2</sub>. Registou-se o resultado da medição na FRE 1. Mediu-se a concentração de CO<sub>2</sub> no interior da garrafa com a amostra de ar recolhida junto à estrada, em frente à escola. Registou-se o resultado da medição na FRE 1. Pediu-se a um aluno para expirar para o interior de uma garrafa e mediu-se a concentração de CO<sub>2</sub> no ar dentro da garrafa. Registou-se o resultado da medição, na FRE 1. Iniciou-se a combustão de uma vela no interior de uma eco-câmara. Fechou-se hermeticamente a eco-câmara, com recurso a fita adesiva. Mediu-se a concentração de CO<sub>2</sub> do ar no interior. Registou-se o resultado da medição na FRE 1. Durante todo o processo, o sensor de CO<sub>2</sub> esteve sempre ligado e a efetuar medições que eram exibidas instantaneamente aos alunos e registadas no Tablet. Os registos na FRE 1 foram efectuados apenas quando o valor indicado (modo numérico) no ecrã do Tablet estabilizava e era obtido um acordo de grupo sobre qual o valor a registar.

A atividade experimental 1 da FRE 2 foi adaptada de algumas tarefas propostas pelo projeto *CIIMAR na escola* (CIIMAR, s.d.) e consistiu no uso do sensor de pH<sup>15</sup> para medir o pH da água numa eco-câmara, antes e depois da combustão de uma vela. Antes do início da atividade experimental, adicionou-se água da torneira no fundo da eco-câmara, até que esta atingisse cerca de 1 cm de altura e colocou-se a vela em cima de um copo de vidro invertido. Mediu-se o pH inicial da água com o sensor de pH. Registou-se o resultado na FRE 2. Iniciou-se a combustão da vela e

---

<sup>14</sup> Modelo: PASCO EcoZone System - ME-6668

<sup>15</sup> Modelo : PASPORT pH Sensor PS-2102

fechou-se hermeticamente a eco-câmara, com recurso a fita adesiva. Esperou-se 10 minutos depois da vela apagar. Abriu-se a eco-câmara e mediu-se novamente o pH da água com o sensor de pH. Registou-se o resultado na FRE 2.

A atividade experimental 2 da FRE 2, também adaptada das propostas feitas no âmbito do projeto *CIIMAR na escola* (CIIMAR, s.d.), consistiu no uso do sensor de pH para medir o pH da água antes e depois de ter sido introduzido ar expirado por um dos alunos. Para tal, colocou-se água da torneira dentro de um copo de vidro (aproximadamente 50 % da sua capacidade). Mediu-se o pH inicial da água com recurso ao sensor de pH. Registou-se o resultado na FRE 2. Pediu-se a um aluno para fazer 3 ciclos expiratórios no interior da água, com recurso a uma palhinha. Mediu-se novamente o pH da água, com recurso ao sensor de pH. Registou-se o resultado na FRE 2.

Estava previsto o ciclo de intervenção incluir ainda uma atividade experimental sobre o impacto da acidificação da água nos organismos aquáticos e em particular nos organismos com concha de carbonato de cálcio e pelo menos uma ação prática de mitigação das alterações climática, a escolher com o grupo de estudantes, que por restrições temporais não puderam ser realizadas.

#### **3.3.4 Análise dos dados e aspetos éticos da investigação**

A análise dos dados terá uma dimensão qualitativa (Análise de conteúdo das fichas de registo experimental dos alunos) e uma dimensão quantitativa (testagem estatística).

Todos os participantes participaram de forma voluntária e foi obtido o consentimento informado (modelo no anexo I) através dos seus responsáveis educativos legais e salvaguardada a ocultação da identidade das crianças.

## 3.4 Resultados

De uma forma geral, durante as três atividades experimentais – na atividade experimental de medição da concentração de CO<sub>2</sub> em diversas amostras de ar, na atividade experimental de medição do pH da água numa eco-câmara, antes e depois da combustão de uma vela e na atividade experimental de medição do pH da água antes e depois de ter sido introduzido ar expirado por um dos alunos - os alunos tiveram bastantes dificuldades na fase de previsão e na fase de conclusão e realizaram com facilidade a fase de observação e de verificação.

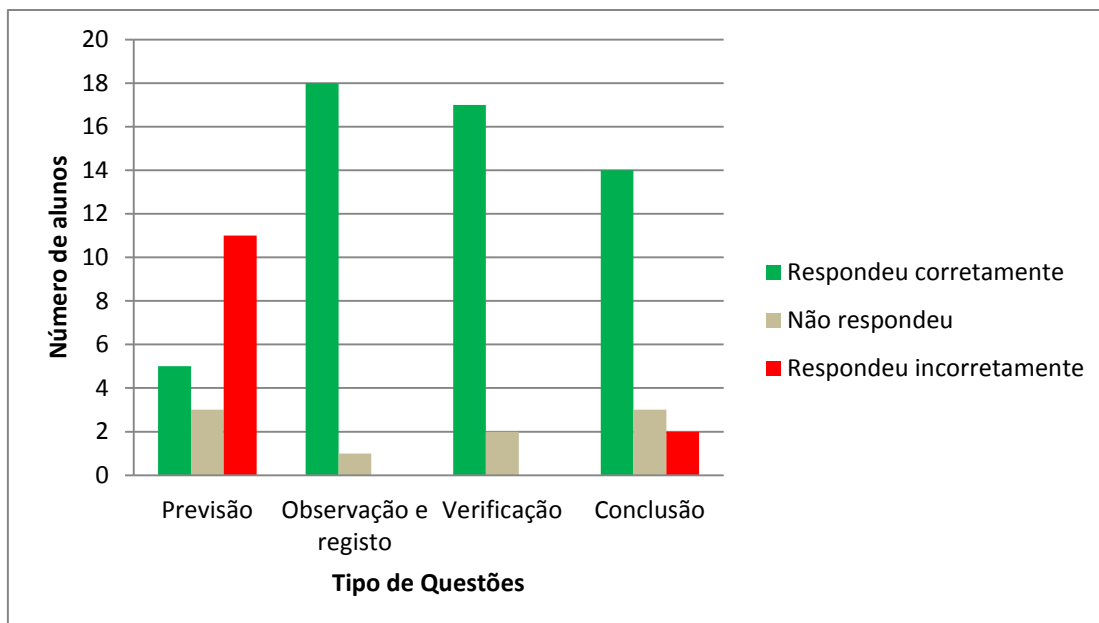
### 3.4.1 Análise Qualitativa das Folhas de Registo Experimental

As Folhas de Registo Experimental (FRE) foram preenchidas durante e após as atividades experimentais. Dos 22 alunos da turma (9 raparigas e 13 rapazes), devido ao absentismo, apenas 19<sup>16</sup> (7 raparigas e 12 rapazes) completaram as três atividades experimentais e apenas estas foram consideradas para a análise das FRE, porque as atividades eram de certa forma sequenciais e a ausência num dos momentos gerava obviamente dificuldades de compreensão dos momentos subsequentes.

A análise das respostas das folhas de registo experimental permite obter informações sobre o processo, podendo ser importante para o reajustamento do processo de ensino-aprendizagem.

---

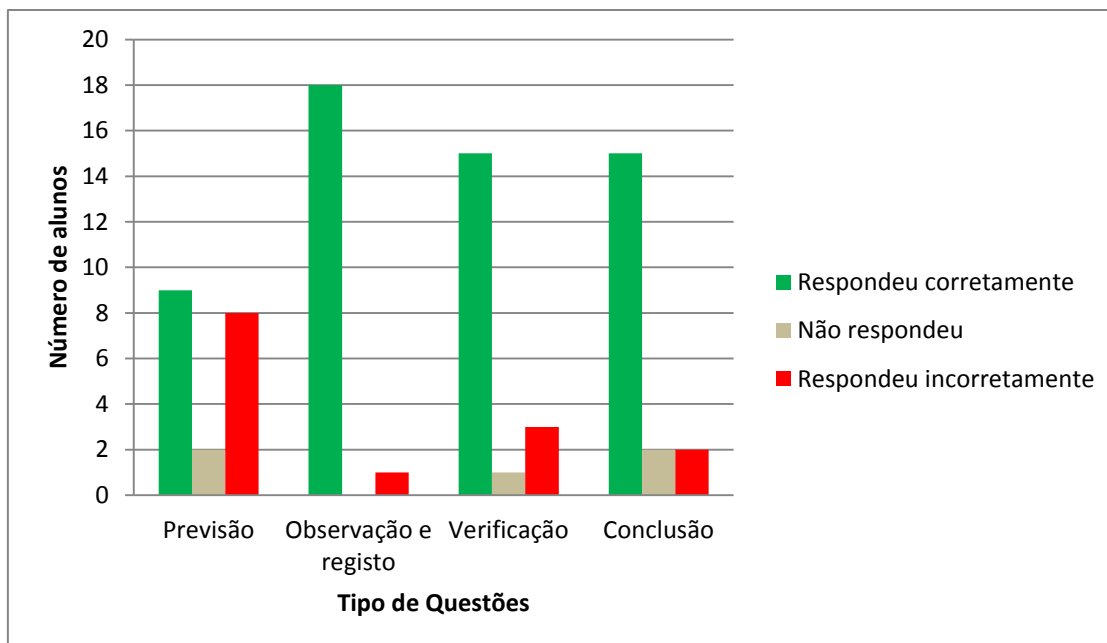
<sup>16</sup> Dos 22 alunos da turma, 2 entregaram apenas uma das duas FRE (foram excluídos da análise) e houve uma criança que não entregou de todo as duas FRE (também foi excluído), mesmo tendo participado em todo o processo (realizou o pré o pós teste inclusive). Quando se detetou que uma FRE não tinha sido entregue, as crianças já tinham saído da sala e quando falámos com a criança, ela já não sabia onde tinha colocado o documento.



**Figura 1.** Apresentação gráfica da análise dos dados das folhas de registo dos alunos na experiência de medição da concentração de dióxido de carbono em diferentes amostras de ar.

Na figura 1, encontra-se uma apresentação gráfica dos dados da atividade experimental de medição de  $\text{CO}_2$  em diversas amostras de ar (FRE 1) e pode observar-se o grau de correção das respostas dos alunos para cada tipo de questões. Esta atividade foi estruturada para tentar responder ao problema “Quais as fontes de  $\text{CO}_2$  no ar, ou seja, o que estará a causar as alterações climáticas?<sup>17</sup>”. Verifica-se que foi na fase de previsão que houve mais dificuldades.

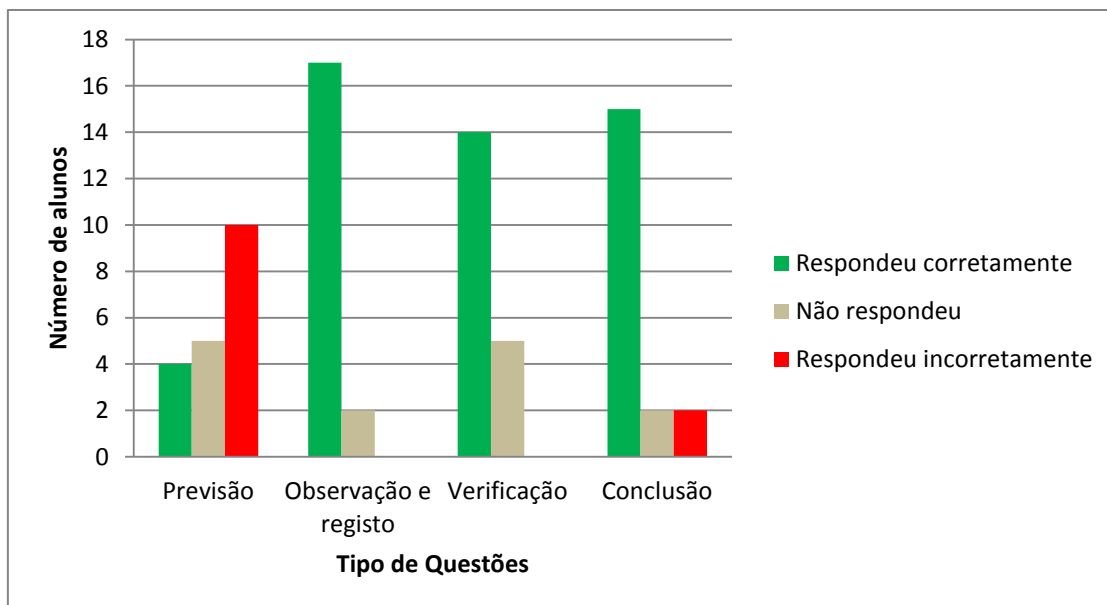
<sup>17</sup> Para ter mais informações sobre o tipo de questões consultar a FRE 1 no anexo H. Para ter mais informações sobre esta atividade experimental, pode consultar a seção Metodologia.



**Figura 2.** Apresentação gráfica da análise dos dados das folhas de registo dos alunos na experiência de medição do pH da água da eco-câmara.

Na figura 2, encontra-se uma apresentação gráfica dos dados da atividade experimental de medição do pH da água da eco-câmara e pode observar-se o grau de correção das respostas dos alunos para cada tipo de questões. As atividades experimentais 1 e 2 da FRE 2 foram estruturadas para tentar responder ao problema “O que acontece à água quando a concentração de CO<sub>2</sub> no ar aumenta, ou seja, o que acontece à água devido às alterações climáticas?<sup>18</sup>”. Também para esta atividade verifica-se que foi na fase de previsão que houve mais dificuldades.

<sup>18</sup> Para ter mais informações sobre o tipo de questões consultar a FRE 2 no anexo H. Para ter mais informações sobre esta atividade experimental, pode consultar a seção Metodologia.



**Figura 3.** Apresentação gráfica da análise dos dados das folhas de registro dos alunos na experiência de medição do pH da água com ar expirado, no copo.

Na figura 3, encontra-se uma apresentação gráfica dos dados da atividade experimental de medição do pH da água do copo e pode observar-se o grau de correção das respostas dos alunos para cada tipo de questões<sup>19</sup>. Também para esta atividade verifica-se que foi na fase de previsão que houve mais dificuldades.

Assim, constata-se que ao longo das três atividades experimentais, a maioria dos alunos teve bastantes dificuldades na fase previsão. É possível que as dificuldades observadas se devam à pouca familiaridade das crianças com os tópicos em causa, dado que tarefas com grau de abstração semelhante ao destas atividades podem ser realizadas com sucesso desde o 1º CEB, se existir familiarização com os tópicos, como foi observado no Projeto Eco-Sensors4Health (Souza, Alves & Silva, 2019). No entanto, é também possível que estas dificuldades sejam devidas a aspetos relacionados com a maturação neuronal. Existem evidências que demonstram que as áreas corticais que permitem associações de ordem superior, como as que são necessárias pelas questões de previsão e conclusão, maturam relativamente tarde no desenvolvimento, só estando completamente desenvolvidas à entrada para a idade adulta (Giedd et al, 1999; Gogtay, et al, 2004).

<sup>19</sup> Para ter mais informações sobre o tipo de questões consultar a FRE 2 no anexo H. Para ter mais informações sobre esta atividade experimental, pode consultar a seção Metodologia.

Pela análise dos dados apresentados nas figuras 1, 2, e 3, verifica-se que a maioria dos alunos conseguiu responder corretamente às questões de conclusão. Contudo, estes resultados foram provavelmente influenciados pela discussão de grupo fomentada imediatamente a seguir às questões de verificação (ver descritivo da aula 4 e 6 no anexo B). Julga-se que as características da discussão foram fundamentais para exercer uma influência positiva nos alunos, nomeadamente o ambiente comunitário de aprendizagem, sustentado em comunicação e relações positivas entre os intervenientes, que promovia a adesão dos alunos ao processo (Birch & Ladd, 1998). Estes dados sugerem que um debate final sintético com estas características pode ajudar a sistematizar e a informação para as crianças.

A análise dos resultados apresentados nestas figuras sugerem ainda que as tabelas de registo de observação usadas nas questões de observações, como a que podemos ver na figura 4<sup>20</sup>, parecem ter sido adequadas para este grupo de alunos e podem ser uma forma pertinente de ajudar os alunos a registar as observações experimentais.

O que medimos/observamos?

DATA	HORA	AR DENTRO DA GARRAFA / ECO-CÂMARA	CONCENTRAÇÃO DE CO <sub>2</sub>
8-3-2019	12:05	Ar do jardim	280 ppm
8-3-2019	12:10	Ar da sala	1.960 ppm
8-3-2019	12:17	Ar da Sala (com janelas abertas)	530 ppm
8-3-2019	12:22	Ar junto à estrada	3970 ppm
8-3-2019	12:26	Ar expirado	23.200 ppm
8-3-2019	12:31	Ar depois da combustão da vela	21.970 ppm

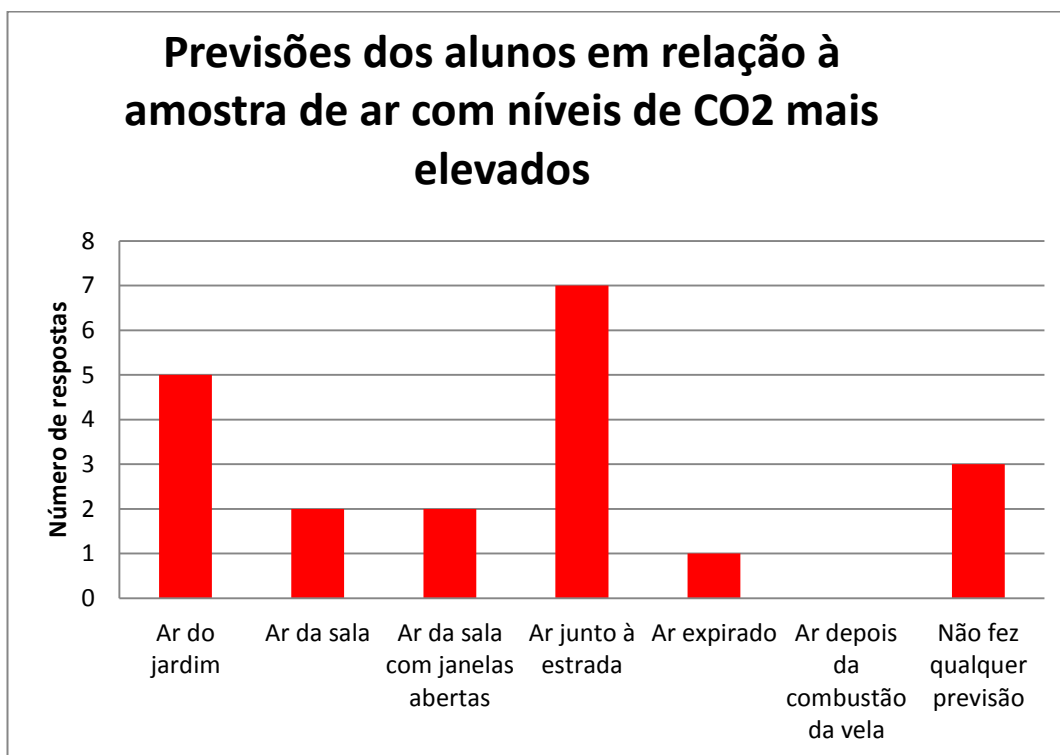
Figura 4. Exemplo de tabela de registo preenchida por um aluno (Adaptado de Projeto Eco-Sensors4Health,2019).

Estas tabelas foram adaptadas das tabelas de registo do Projeto Eco-Sensors4Health (Projeto Eco-Sensors4Health, 2019), instrumento já testado com outras populações de crianças.

As questões de verificação também obtiveram níveis elevados de respostas corretas, o que parece ter sido facilitado pela qualidade dos instrumentos de registo de observação.

<sup>20</sup> Para mais informações, consultar FRE 1 e FRE 2 no anexo H.

Na primeira atividade experimental (FRE 1), as previsões dos alunos, em relação às amostras de ar com níveis de CO<sub>2</sub> mais elevados, incidiram com maior frequência no “ar do jardim” e no “ar junto à estrada” (ver figura 5).

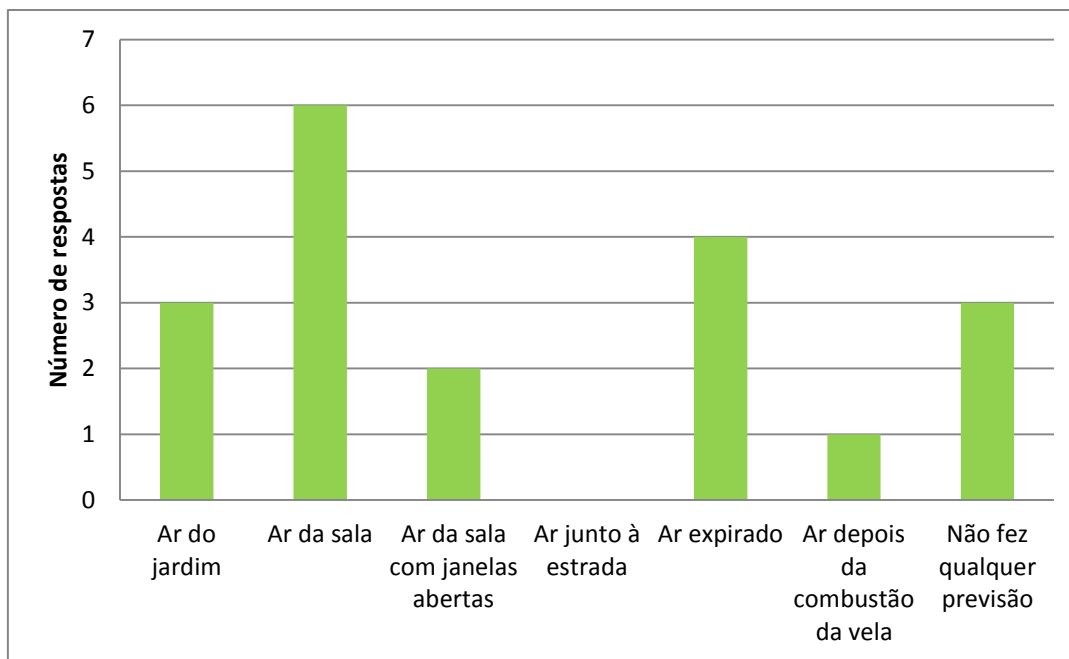


**Figura 5.** Previsões dos alunos em relação à amostra de ar com níveis de dióxido de carbono mais elevados<sup>21</sup>.

Curiosamente, a opção “ar depois da combustão da vela” não foi escolhida por nenhuma criança, algo que contraria as nossas expectativas iniciais (ver figura 5), uma vez que 4 ou 5 semanas antes o assunto já teria sido abordado pela PC no âmbito do subdomínio programático “A importância do ar para os Seres Vivos”.

Já em relação às amostras de ar com níveis de CO<sub>2</sub> mais baixos, as respostas dos alunos incidiram com maior frequência no “ar da sala” e no “ar expirado” (ver figura 6).

<sup>21</sup> Apesar de ser 19 o número de crianças consideradas, contabilizaram-se 20 respostas a esta questão porque uma das crianças indicou dois tipos de ar: ar do jardim e ar da sala com janelas abertas.



**Figura 6.** Previsões dos alunos em relação à amostra de ar com níveis de dióxido de carbono mais baixos.

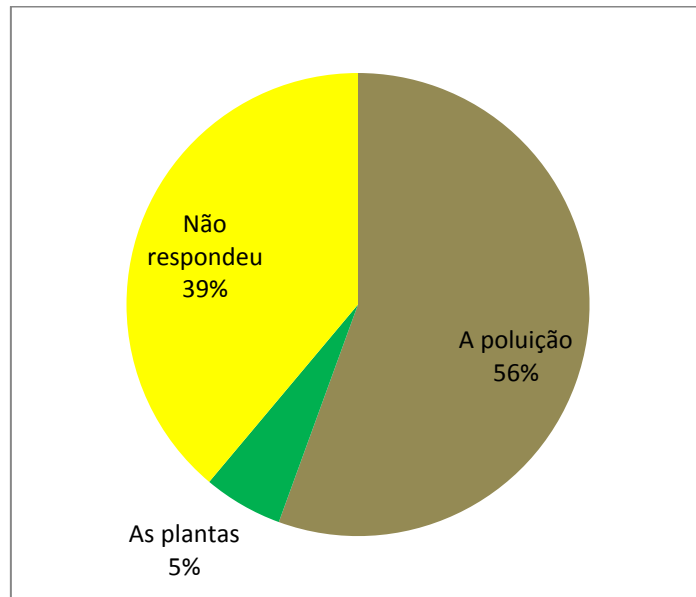
A análise dos dados da figura 6 sugere que, na fase inicial deste processo experimental, mais de 20% das crianças parece não ter nenhuma ideia de que no ar expirado possa existir CO<sub>2</sub> em concentrações elevadas e cerca de 30% das crianças parece não ter nenhuma ideia de que no ar da sala possa existir CO<sub>2</sub> em concentrações elevadas.

Nesta atividade, nem todas as crianças foram capazes de fazer uma previsão e, entre as crianças que a fizeram, só algumas apresentaram a sua justificação por escrito (n=7). Por exemplo, as justificações apresentadas para a eleição do “ar da sala” como sendo o que apresentaria níveis mais baixos de CO<sub>2</sub> foram “porque está fechada” (n=3), o que sugere que as crianças que deram esta resposta não sabem que as pessoas podem ser fonte de poluição do ar interior. Para a eleição do “ar expirado” como aquele que apresentaria níveis mais baixos de CO<sub>2</sub> nenhuma criança apresentou a sua justificação, mas esta resposta só por si também sugere que este grupo de crianças também desconhece que as pessoas podem ser fonte de poluição do ar interior. Outras crianças também apresentaram justificações curiosas para a sua escolha, por exemplo, um dos alunos para justificar a escolha da opção “ar depois da combustão da vela” referiu “porque a vela é muito pequena”, dando a entender que, de acordo com o seu modelo explicativo, existe uma relação entre a dimensão da vela e quantidade de CO<sub>2</sub> presente no ar depois da sua combustão. Estes argumentos poderiam constituir bons pontos de partida para uma nova intervenção educativa.

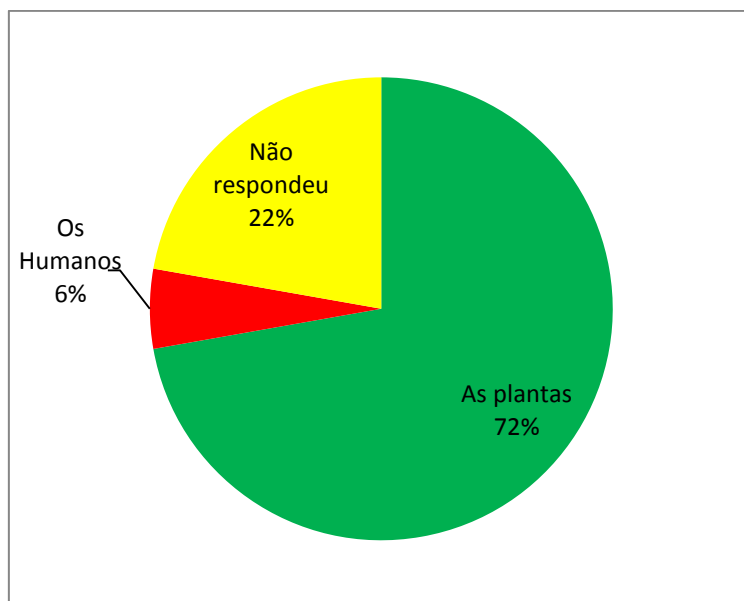
Por sua vez, a única justificação apresentada para a eleição do “ar do jardim” como sendo o que apresentaria níveis mais elevados de CO<sub>2</sub> foi “porque é ao ar livre” (N=1) e esta justificação levanta a questão se este aluno e os outros que apresentaram a mesma resposta não estarão a confundir os elementos químicos O<sub>2</sub> e o CO<sub>2</sub>. Noutro estudo, também foi reportado confusão entre a ausência de ar e ausência ou diminuta concentração de um determinado gás, naquele caso o O<sub>2</sub> (Valente et al, 2019). Para a eleição do “ar junto à estrada” como sendo o que apresentaria níveis mais elevados foi apresentada a justificação “porque passam carros” (N=2).

A análise das justificações apresentadas pelas crianças para as suas respostas é uma fonte de informação importante para conhecer o modelo mental explicativo que cada criança apresenta em relação a este assunto e que as ajuda a dar um sentido ao mundo à sua volta (Allen, 2010). Desta forma será fundamental numa próxima ocasião incentivar as crianças (que não o fizeram) a explicar as suas respostas.

Depois da primeira atividade experimental, nas questões de conclusão, “Quais as fontes de CO<sub>2</sub> no ar?” e “Quem retira CO<sub>2</sub> do ar?”, 56 % dos alunos respondeu “poluição” e 72% respondeu “As plantas”, respetivamente (ver figura 7 e 8).



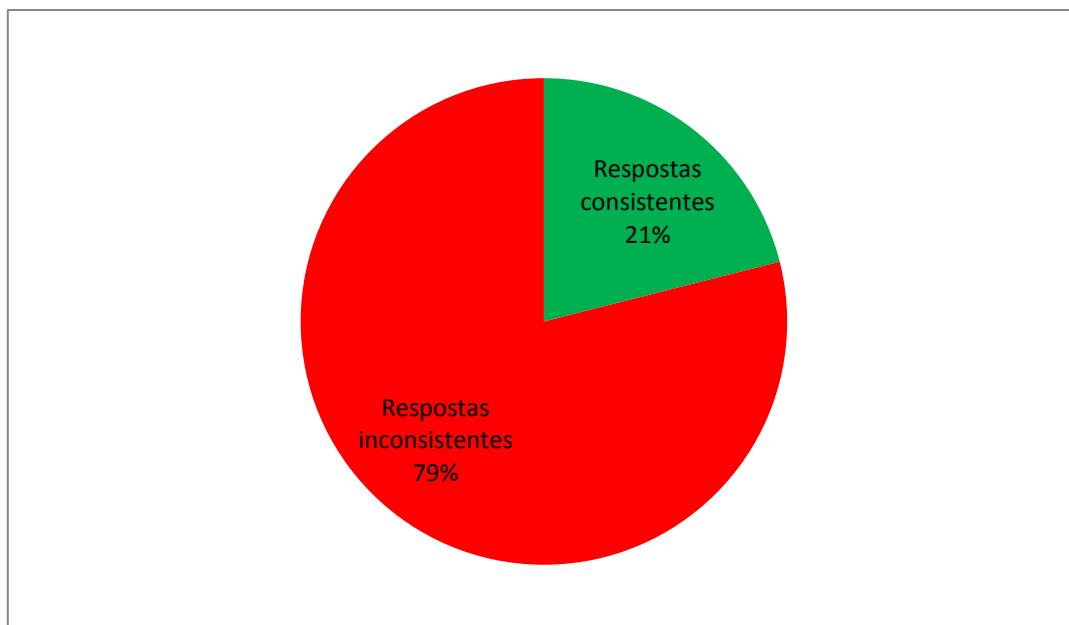
**Figura 7.** Respostas, por categorias, à questão de conclusão da FRE 1 “Quais as fontes de dióxido de carbono no ar?”



**Figura 8.** Respostas, por categorias, à questão de conclusão da FRE 1 “ Quem retira dióxido de carbono do ar?”

Depois de terem feito previsões de elevada concentração de CO<sub>2</sub> no ar do jardim, nesta fase, depois da atividade experimental e da discussão em grande grupo relatada na aula 5 (anexo B), a maioria das crianças reconhece que as plantas retiram CO<sub>2</sub> do ar (ver figura 8). Estes resultados sugerem um efeito positivo nesta conceção das crianças.

Nas atividades experimentais 2 e 3 (em que se utilizou a FRE 2), a análise dos resultados mostra uma grande inconsistência entre as previsões das crianças para a experiência 1 e as previsões para a experiência 2 (ver figura 9).



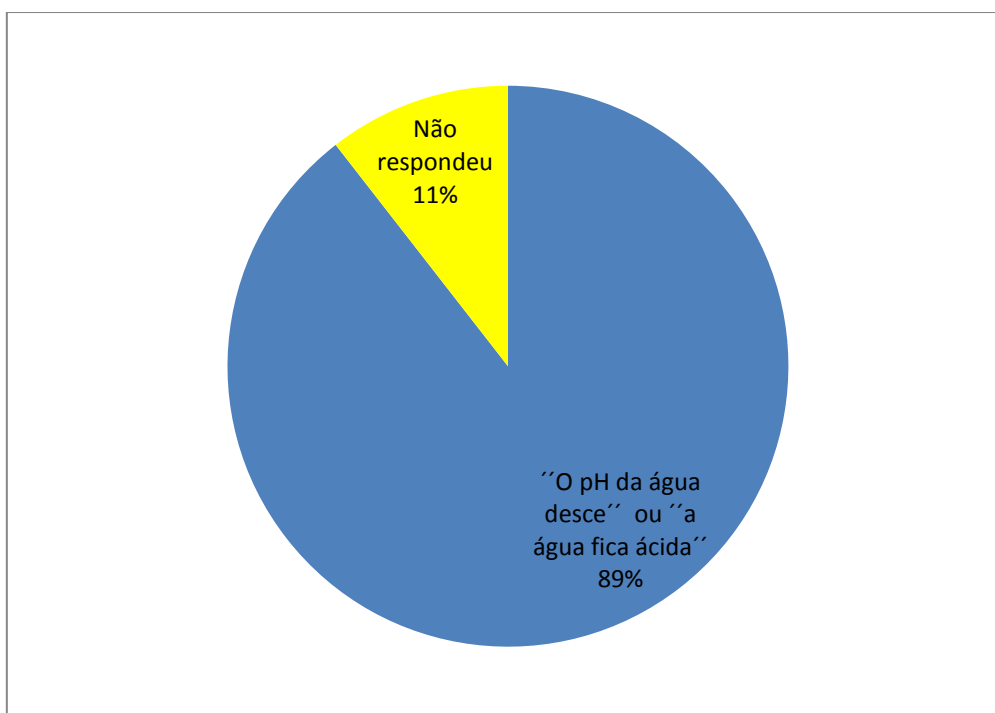
**Figura 9.** Consistência entre as previsões dos alunos para a atividade experimental 1 e 2 da FRE 2

Consideraram-se respostas consistentes as respostas com o mesmo conteúdo, independentemente de serem previsões erradas, ou a não resposta em ambas. Um exemplo de respostas consistentes são as respostas do aluno “Q” que previu para a experiência 1 da FRE 2 “Vai ficar menos ácida, porque o CO<sub>2</sub> não é ácido” e previu para a experiência 2 da FRE 2 “Vai ficar menos ácida, porque o CO<sub>2</sub> não é ácido”. Consideram-se respostas inconsistentes quando as respostas são diferentes no seu conteúdo ou quando existe previsão para uma experiência e não resposta para a outra experiência. Um exemplo de respostas inconsistentes aconteceu com o aluno “P” que previu para a experiência 1 da FRE 2 “Acho que a água vai ficar mais ácida por causa do fumo da vela” e previu para a experiência 2 da FRE 2 “Acho que a água vai ficar menos ácida, porque terá oxigénio”.

A análise de conteúdo das questões de previsão “O que acham que vai acontecer ao pH (acidez) da água depois da vela apagar?” e “O que acham que vai acontecer ao pH (acidez) da água em que se introduziu ar expirado?” sugere uma elevada confusão conceptual, mesmo depois da primeira abordagem ao conceito de pH, em que procurámos explicar o conceito com recurso a exemplos empíricos comuns (ver aula 5 e 6, anexo B). Esta confusão é notória em respostas do género “O pH da água vai começar a ferver e vai aumentar por causa do CO<sub>2</sub> que está presente na água”, ou “Eu acho que ficará com menos oxigénio porque tinha mais oxigénio com a vela acesa”; “O pH vai descer porque a vela está apagada”, “vai ficar menos ácida porque o CO<sub>2</sub> não é um ácido”, etc. Tinham sido previstas muitas dificuldades

na abordagem a este conceito e estas respostas das crianças confirmam as previsões e sugerem que seria importante, num momento posterior, voltar a este assunto para tentar consolidar a compreensão deste tópico.

Ainda assim, na questão de conclusão, “o que acontece à água quando a concentração de CO<sub>2</sub> no ar aumenta?”, 89% dos alunos respondeu “o pH da água desce” ou “a água fica ácida” (ver figura 10).



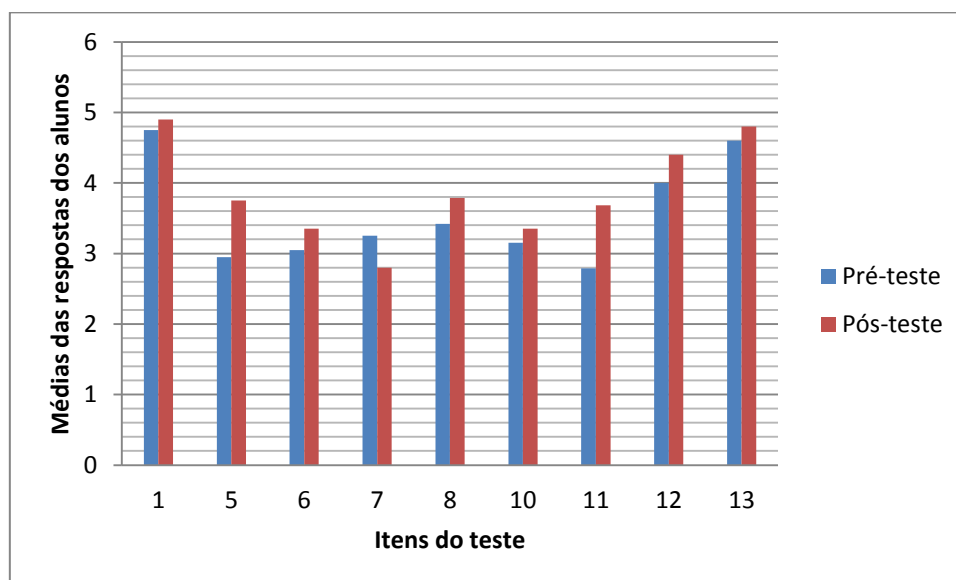
**Figura 10.** Respostas à questão de conclusão da FRE 2, “O que acontece à água quando a concentração de dióxido de carbono no ar aumenta?”.

### 3.4.2 Análise Quantitativa do Pré e Pós Testes

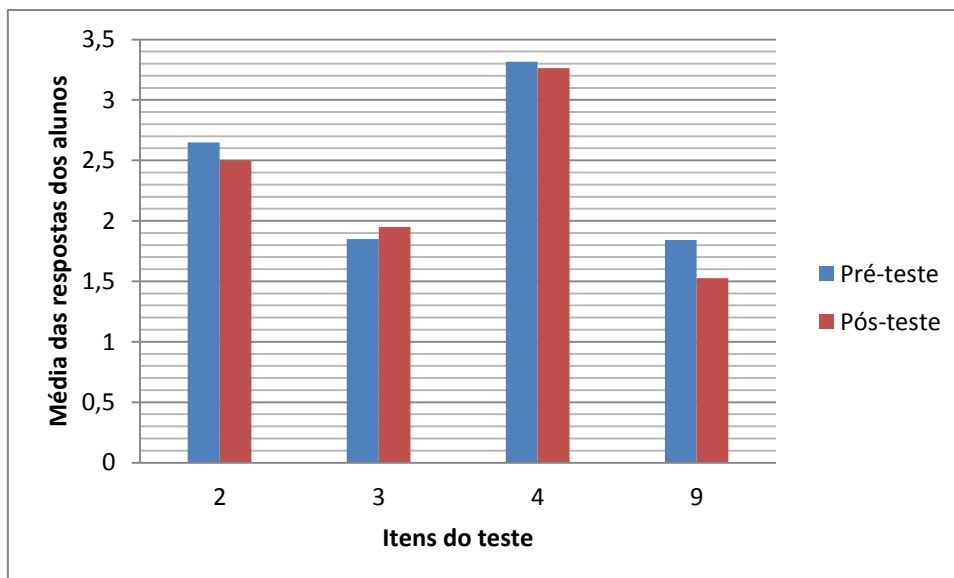
O pré-teste (Anexo G) foi administrado no momento imediatamente anterior ao início da intervenção (nos primeiros 10 minutos da aula 1, a 28 de fevereiro de 2019) e o pós-teste (Anexo G) no momento imediatamente posterior ao fim da intervenção (nos últimos minutos da aula 7, a 15 de março de 2019). Participaram 22 alunos, sendo que 2 foram excluídos desta análise por não terem estado presentes em um dos dois momentos da aplicação dos testes.

Para os itens 1, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12 e 13 considerou-se positiva uma evolução das respostas no sentido “concordo totalmente” (pontuado com 5). Para os itens 2, 3, 4 e 9 considerou-se positiva uma evolução das respostas no sentido do “discordo totalmente” (pontuado com 1).

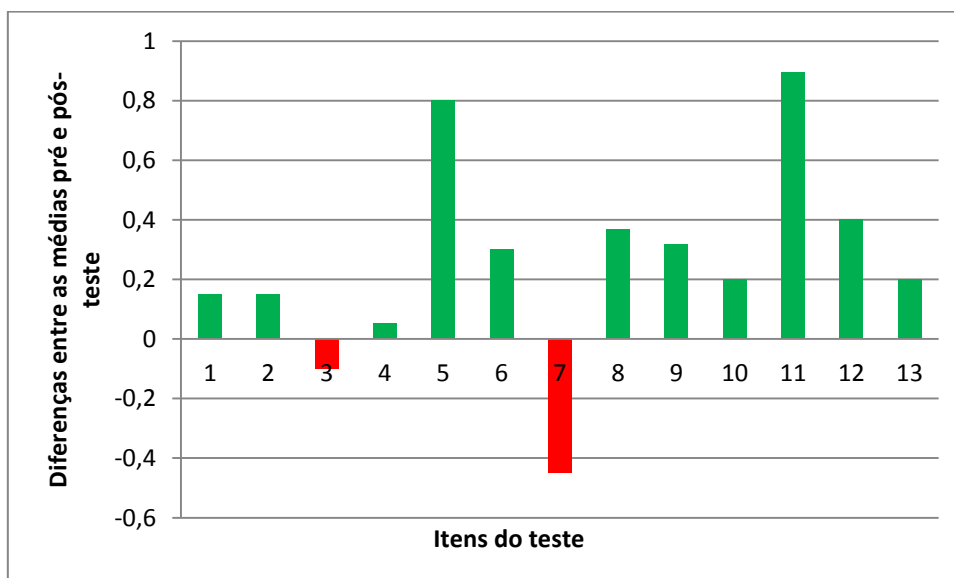
A comparação das respostas do inquérito antes e depois da intervenção educativa revela resultados médios positivos em 11 itens (ver figuras 11 e 12): 1 - *As pessoas deviam pensar na importância do ambiente*; 2 - *Eu penso pouco no ambiente*; 4 - *O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera provoca uma diminuição da temperatura na Terra*; 5 - *O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera provoca alterações climáticas*; 6 - *Quando a concentração de dióxido de carbono no ar aumenta na atmosfera, a atmosfera fica poluída*; 8 - *Há atividades humanas que aumentam a concentração de dióxido de carbono na atmosfera*; 9 - *As alterações climáticas não prejudicam os animais*; 10 - *Aumentar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera é prejudicial para a biodiversidade*; 11 - *O aumento de concentração de dióxido de carbono torna a água mais ácida*; 12 - *As plantas podem melhorar a qualidade do ar*; 13 - *Nós podemos ajudar os colegas de outras turmas a cuidar melhor do ambiente*. E revela resultados médios negativos em 2 itens (ver figuras 11 e 12) : 3 - *Só os especialistas podem reduzir a poluição de um ambiente*; 7 - *Existe dióxido de carbono no ar limpo e não poluído*.



**Figura 11.** Médias das respostas no pré e pós-teste para os itens em que a evolução é positiva no sentido do “concordo totalmente”



**Figura 12.** Médias das respostas no pré e pós-teste para os itens em que a evolução é positiva no sentido do “discordo totalmente”



**Figura 13.** Balanço entre os resultados do pré e do pós-teste.

O balanço entre os resultados do pré e pós-teste foi obtido pelas diferenças entre os resultados dos dois testes e tendo em linha de conta o sentido de evolução das respostas considerado positivo, a que se fez referência no início desta secção.

O resultado do item 3 parece sugerir que as crianças diminuíram ligeiramente a sua percepção de agentividade<sup>22</sup> no processo de mudança e isto pode ser uma consequência de não ter existido a oportunidade de realizar uma etapa prática de ação

<sup>22</sup> Agentividade é entendida aqui como a percepção que alguém tem da sua capacidade de agir sobre o meio para produzir um determinado efeito.

contra a poluição. O resultado do item 7 sugere que se acentuou ligeiramente a crença de que no ar não poluído não existe CO<sub>2</sub>, ou seja a medição da concentração do ar do jardim parece não ter surtido o efeito desejado. Seria importante, em momento posterior visitar estes tópicos, eventualmente com outras atividades experimentais que fornecessem outras evidências, para as crianças poderem confrontar com as suas crenças.

As diferenças encontradas entre as respostas do pré e pós-teste são estatisticamente significativas, conforme análise estatística através do teste não-paramétrico para amostras emparelhadas (Wilcoxon), para o item 5 “O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera provoca alterações climáticas”, (Z= 2,769; p=0.006) e para o item 11, “O aumento de concentração de dióxido de carbono torna a água mais ácida” (Z= 2,8301; p=0,005). Este resultado reforça os resultados obtidos nas questões de conclusão da FRE 1 e FRE 2, apresentados anteriormente. O facto de estas mensagens serem simples, relativas a conhecimentos e não a atitudes e de terem sido mensagens nucleares no trabalho com as crianças pode ajudar a explicar os resultados destes dois itens, estando também em concordância com outra investigação anterior (Silva, Ferreira, Souza, Alves & Batista, 2018).

As diferenças, positivas ou negativas, dos resultados médios dos restantes itens não são estatisticamente significativos, mas podem ter valor qualitativo na regulação do processo educativo.

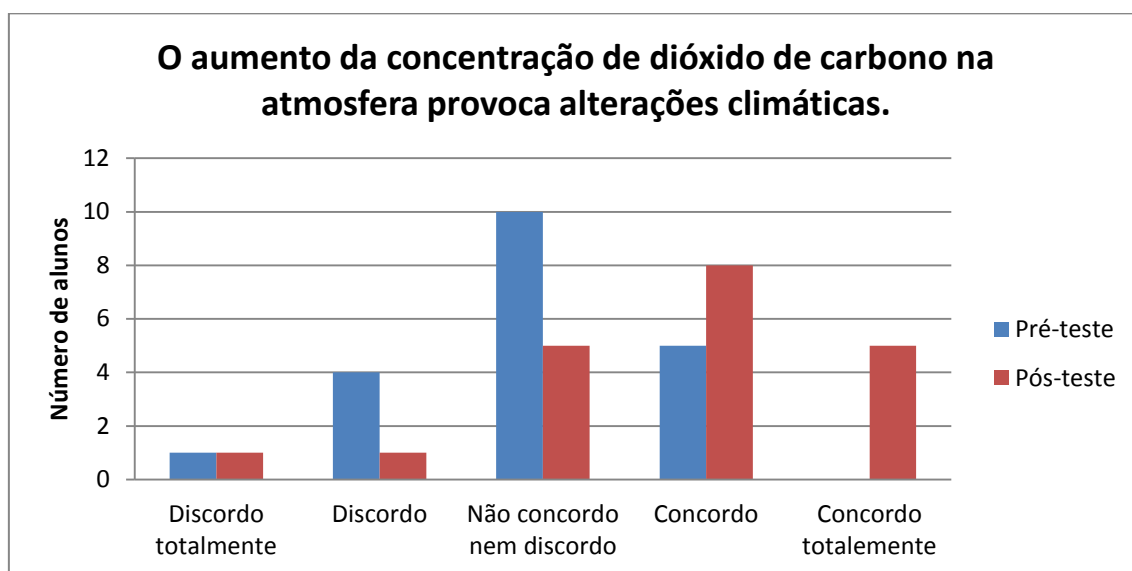
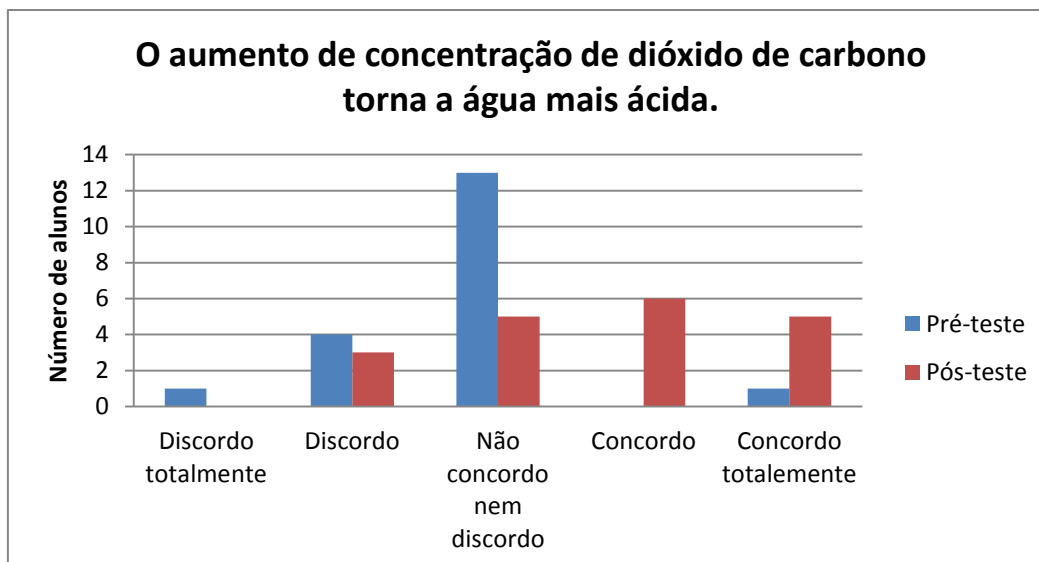


Figura 14. Comparação entre os resultados do pré e do pós-teste para o item 5.



**Figura 15.** Comparação entre os resultados do pré e do pós-teste para o item 11.

Nas Figuras 14 e 15, podem observar-se os resultados obtidos, para os itens 5 e 11, no pré e pós-teste, sendo visíveis as melhorias nas respostas. Todavia, mesmo com resultados significativamente positivos, ainda existem algumas crianças com respostas no pós-teste do tipo “*discordo totalmente*”, “*discordo*” e “*não concordo, nem discordo*”.

O teste estatisticamente mais poderoso para testar as diferenças entre as médias do pré e pós-teste seria o teste t-student. Contudo, este teste assume que a distribuição é normal. O teste Wilcoxon é o equivalente não paramétrico ao teste t. Apesar do teste Wilcoxon ser estatisticamente menos poderoso, o seu uso é recomendado nos casos em que N é menor que 30 e nos casos em que a distribuição não é normal (Dytham, C., 2011), o que verificamos ser o caso destes dados.

O inquérito de pré e pós-teste não foi submetido a nenhum procedimento de validação estatística nem houve teste de fidedignidade e isso é uma fragilidade importante do instrumento, pelo que terão necessariamente de existir algumas reservas quanto à relevância e fidedignidade do inquérito. Segundo Ponte (Ponte, 1994), os estudos de caso qualitativos apresentam frequentemente perdas em relação à sua fidedignidade. Este inquérito foi baseado num outro que já tinha sido aplicado em quatro estudos de caso, com 8 turmas do 4º ano de escolaridade, no Projeto Eco-Sensors4Health (Projeto Eco-Sensors4Health, 2019), o que constituía um testemunho da sua adequação a crianças nestas faixas etárias e testemunhava a sua utilidade neste processo de investigação. Numa eventual aplicação destes instrumentos a

estudos posteriores, uma medida de melhoria importante seria o esforço de alcançar a sua validação estatística.

### 3.5 Conclusão

A análise dos resultados parece sugerir que o tipo de intervenção educativa ambiental posto em prática teve um impacto positivo no grupo de alunos participantes e que houve de facto progressão na aprendizagem dos alunos, devida à intervenção realizada. Importa considerar que:

- I. O objetivo deste estudo foi contribuir para uma melhor compreensão da forma como podemos intervir educativamente, com crianças do 5º ano de escolaridade, para alcançar: 1. a tomada de consciência do impacto das alterações climáticas na biodiversidade; 2. a identificação de fatores desencadeadores das alterações climáticas e 3. a identificação de fatores mitigadores das alterações climáticas;
- II. As respostas obtidas às questões de conclusão da FRE 1 e FRE2 (‘‘Quais as fontes de CO<sub>2</sub> no ar?’’ ; ‘‘Quem retira CO<sub>2</sub> do ar?’’ ; ‘‘O que acontece à água quando a concentração de CO<sub>2</sub> no ar aumenta?’’) tiveram, respetivamente, 56 % dos alunos a responder ‘‘poluição’’ e 72% a responder ‘‘As plantas’’ e 89% dos alunos a responder ‘‘o pH da água desce’’ ou ‘‘ a água fica ácida’’;
- III. A comparação das respostas do inquérito antes e depois da intervenção educativa revela resultados médios positivos em 11 dos 13 itens, com diferenças estatisticamente significativas em 2 dos 11 itens (o item 5 ‘‘*O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera provoca alterações climáticas*’’ , (Z= 2,769; p=0.006) e para o item 11, ‘‘*O aumento de concentração de dióxido de carbono torna a água mais ácida*’’ (Z= 2,8301; p=0,005).

Tendo em conta os pontos supracitados, este tipo de intervenção educativa parece constituir-se como um exemplo de intervenção que permite contribuir para os objetivos definidos para este estudo de caso.

Neste contexto, em resposta à primeira questão-problema deste estudo, ‘‘como abordar a complexidade dos efeitos do aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico com crianças no 5º ano de escolaridade?’’, a análise dos resultados sugere que:

1. As atividades experimentais realizadas, com recurso a sensores e em associação com instrumentos de registo em papel – onde os alunos possam em tempo real registar as suas previsões, as suas observações, as suas verificações e as suas conclusões - parecem ser uma forma pertinente de abordagem ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico com crianças no 5º ano de escolaridade, provavelmente porque permitem materializar – por exemplo, através da exibição

instantânea, no ecrã de um *tablet* ou computador, e em diversos formatos, numeral ou gráfico, os resultados da análise aos diferentes tipos de amostra de ar – os conceitos abordados e funcionam como um instrumento cultural mediador e criador de “janelas de aprendizagem” ou, na aceção de Vygotsky, que contribui para a criação de uma zona de desenvolvimento proximal (Fino, 2001).

2. A participação ativa das crianças parece ter sido fundamental - por exemplo, através de intervenções constantes no processo, colocação de questões, expressão de opiniões e ideias, etc. - pois este tipo de participação parece oferecer mais garantias de uma verdadeira implicação pessoal no processo e no *empowerment* dos alunos (Perkins & Zimmerman, 1995).

3. Outro aspeto decisivo parece ter sido a dimensão relacional do processo ensino-aprendizagem e a relação positiva que se conseguiu estabelecer entre PE e os alunos. Por exemplo, reduziu-se para zero, o número de mensagens de conteúdo negativo dirigidas aos encarregados de educação através do caderno do aluno, bem como o *feedback* verbal pejorativo perante a participação do aluno, entre outras medidas adotadas para favorecer uma relação mais positiva, e como resposta alguns dos alunos começaram a demonstrar-se mais desinibidos e outros começaram a participar de forma mais construtiva e adequada ao momento da sala de aula. Segundo Birch & Ladd (1998), é através destas relações positivas que são criados ambientes comunitários de aprendizagem e é promovida e fortalecida a adesão, por parte dos estudantes, às normas que propiciam a aprendizagem. Para criar um ambiente de aprendizagem positivo tivemos também em consideração outros trabalhos de investigação que sugerem que os alunos aprendem mais e têm menos problemas disciplinares quando sentem que os seus professores os levam a sério (Gamoran & Nystrand, 1992) e quando têm vínculos afetivos fortes com os seus professores (Crosnoe, Johnson & Elder, 2004).

No que se refere à segunda questão-problema deste estudo “Como sensibilizar as crianças para reconhecerem a importância de comportamentos que não contribuam para aumentar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera?”, a análise dos resultados sugere que:

1. A realização de atividades experimentais com recurso a sensores é uma boa forma de levar os alunos a associar comportamentos a contextos em que o ar apresenta maior e menor concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico. As evidências que

resultam deste tipo de atividade experimental - e o facto de serem acessíveis ao nível cognitivo das crianças deste nível de escolaridade - parecem serem importantes para transformar as percepções das crianças em relação aos assuntos referidos nos vários itens.

2. A associação de imagens ao processo, em conjunto com uma breve contextualização, parece ter tido um elevado impacte emocional nos alunos, uma vez que a apresentação das várias imagens foi seguida de debates com participação intensa e emotiva do grupo (ver resumos da aula 2 no anexo B). É provável que isto tenha contribuído para a sensibilização das crianças para alguns dos comportamentos que concorrem para aumentar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera e, por oposição, para os comportamentos que não contribuem para aumentar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera.

3. O comportamento do PE ao longo do tempo de intervenção e a coerência entre o discurso verbal e o seu comportamento (ver argumentos expressos no ponto 3 da resposta à primeira questão-problema) podem ter sido fatores importantes na sensibilização efetiva das crianças para o reconhecimento da importância de comportamentos que não contribuam para aumentar a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera. O modelo comportamental é fundamental porque a imitação de ações é um mecanismo nuclear na aprendizagem (Rizzolatti, Fogassi, & Gallese, 2001) e se as ações do modelo forem inconsistentes ou se o discurso não estiver em sintonia com a ação, isso pode levar à emissão de sinais contraditórios (Morris, 2002) por parte emissor (o PE) e assim não ter o efeito pretendido nos recetores (os alunos).

Esta investigação levanta ainda algumas questões que poderão ser objeto de investigações futuras. Se o processo fosse repetido ou se se iniciasse um novo processo de atividade experimental, procurar-se-ia intensificar a participação ativa das crianças no processo, por exemplo, incentivando a participação no processo de planeamento da atividade experimental, na recolha das amostras de ar, na comunicação dos resultados e das conclusões à comunidade escolar, na colocação em prática da resolução do problema de partida, etc. Se a participação ativa das crianças fosse intensificada, será que se alcançariam diferenças estatisticamente significativas em mais itens do inquérito?

No plano inicial, o ciclo de intervenção terminava com uma atividade experimental sobre o impacto da acidificação da água nos organismos aquáticos e em

particular nos organismos com concha de carbonato de cálcio e com pelo menos uma ação prática contra as alterações climáticas (e.g. plantação de plantas perenes), que por restrições temporais não puderam ser realizadas. Desde modo, embora estes assuntos tenham sido abordados oralmente na última das sete aulas de intervenção, o ciclo de atividades experimentais ficou de certa forma incompleto. A não realização de atividades experimentais que pudessem demonstrar o impacto da acidificação da água em organismos aquáticos com conchas de carbonato de cálcio e ações práticas contra as alterações climáticas, constitui-se assim como uma potencial fragilidade desta investigação e como algo que deveria ser alcançado numa eventual continuação da intervenção. Será que os resultados poderiam ter sido positivamente reforçados com realização de uma atividade experimental sobre o impacto da acidificação da água nos organismos aquáticos? Será que os resultados poderiam ter sido positivamente reforçados com uma ação prática contra as alterações climáticas? E se a intervenção educativa tivesse uma duração mais longa será que se alcançariam diferenças estatisticamente significativas em mais itens do inquérito?

Em suma, as atividades experimentais realizadas, com recurso a sensores e em associação com instrumentos de registo em papel, parecem ser uma forma pertinente de abordagem ao aumento das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico com crianças no 5º ano de escolaridade. Os dados sugerem também a existência de outros fatores importantes como, o uso de imagens contextualizadas para indução de ideias, conceitos e emoções; a participação ativa das crianças no processo; a consistência de comportamento do professor estagiário longo do tempo de intervenção e a relação positiva que se conseguiu estabelecer entre professor estagiário e os alunos.

## 4 REFLEXÃO FINAL

Os momentos de prática pedagógica foram muito importantes para o desenvolvimento de competências profissionais, mas para mim foi apenas mais uma etapa de um percurso longo, que começou ainda antes de iniciar a minha licenciatura em Educação Básica e que não termina com a entrega deste relatório.

Um dos aspetos globalmente mais marcantes dos dois contextos de estágio foi a diversidade de situações realistas que tivemos de gerir cotidianamente e que será, julgo eu, a regra em contexto profissional. E para mim são também as situações mais proveitosas e significativas para a verdadeira aprendizagem, ou seja a aquisição duradoura de competências. A situação de estágio em si é uma mais-valia também porque permite, assim o estagiário esteja mentalmente disponível, um exercício empático constante, ou seja, uma vez que o estagiário assume formalmente e concomitantemente o papel de aluno e de professor, está numa situação privilegiada para se pôr, por um lado, no lugar dos alunos e tentar empatizar com o que os alunos sentem (os termos emoção, sentimento e consciências são aqui usados na aceção de Damásio (2000) nas diversas situações de aprendizagem - por exemplo, vergonha de não conseguir cumprir as expectativas sociais - e ganhar consciência dos fatores determinantes neste processo e, por outro lado, sentir e ganhar consciência do que os professores também sentem nas mesmas situações que os alunos - por exemplo ansiedade face à exposição a que são sujeitos em frente do grupo ou medo de perder o controlo da situação e não ser respeitado, etc. As emoções são fundamentais no processo de aprendizagem (Damásio, 2000) e durante este estágio obtive mais algumas provas empíricas que reforçam esta ideia. As situações de conflito (aberto ou encoberto) parecem não favorecer o ambiente emocional mais propício para a aprendizagem. Por outras palavras, alunos a viver regularmente emoções de medo, vergonha ou tristeza pareciam-me mais resistentes e desligados do processo de ensino-aprendizagem, enquanto alunos que viviam regularmente emoções de alegria, por exemplo, pareciam-me mais disponíveis para investir na sua aprendizagem.

Outro aspeto muito importante do trabalho prático realista é que ele permite integrar vários aspetos teóricos que se afiguravam como pouco consistentes precisamente porque são trabalhados sobretudo no plano teórico. Tomemos o exemplo da planificação. Ao longo do plano de estudos do mestrado multiplicaram-se as situações em que planificámos situações imaginárias de intervenção, algo que fui sentindo pessoalmente como pouco significativo. Contudo, a planificação em contexto real ganha outro valor e a motivação é, no meu caso, imediata e intrínseca. Em

contexto real a planificação da intervenção ajudou a antecipar dificuldades, a organizar atividades e a avaliar o seu impacto nas crianças, algo fundamental para aumentar a minha segurança na condução da atividade e a qualidade da intervenção.

Outro aspeto importante deste estágio é a tentativa de fazer uma investigação enquadrada na prática. Digo tentativa porque investigar é um processo permanente inacabado, tão complexo como importante. Uma investigação exige uma maturidade de pensamento que não é fácil alcançar e que é preciso desenvolver, com situações como este estágio proporcionou. Erra-se muito pelo caminho, mas julgo que a intenção desta proposta é afinar e motivar para este processo. A boa investigação contribui para desenvolver o conhecimento e, assim, para podermos afirmar que conhecemos com confiança uma determinada realidade em que iremos intervir. A investigação pode contribuir para melhor avaliar o processo ensino-aprendizagem. Pela experiência que tive, julgo que são procedimentos semelhantes aos desenvolvidos no âmbito desta investigação que permitem também recolher continuamente a informação necessária para ir ajustando as propostas didáticas às necessidades de aprendizagem dos alunos. E parece-me que isto é fundamental para, entre outras coisas, realmente colocar em marcha o conceito de avaliação contínua e alcançar a necessária diferenciação pedagógica (Cadima, Gregório, Pires, Ortega, & Horta, 1997; Roldão, 2003). E em termos práticos vejo o processo de investigação e o processo de aprendizagem como processos semelhantes.

Quando penso no que devia melhorar, a lista afigura-se-me extensa. Devo, contudo realçar dois aspetos que em minha opinião deverão ser prioritários. Primeiro, acho que devo aumentar o meu grau de familiarização com os currículos, porque, numa das abordagens com que me sinto mais confortável - a metodologia de projeto – revela-se muito útil conhecer pormenorizadamente as orientações oficiais para poder conjugá-las, com maior facilidade e em tempo real, com a atividade espontânea dos alunos. Isto parece-me importante para fazer da aula e da escola algo que seja vivido de uma forma mais semelhante à vida fora da escola, podendo eu desempenhar o papel de otimizador e gestor fluente do currículo. Numa abordagem centrada no Manual, este aspeto talvez não seja assim tão importante, porque o Manual já é uma espécie de roteiro. Segundo, acho que devo investir mais no diálogo com os colegas de profissão. Tenho a noção que em determinadas situações e com determinadas pessoas, que normalmente são aquelas com as quais não me identifico nas suas práticas e/ou nos seus ideais, eu tendo a afastar-me. Julgo que isto é uma resposta normal perante estímulos desagradáveis, no entanto, em contexto profissional, acho que é importante contrariar um pouco esta tendência. Por várias razões, porque o

trabalho em equipa exige que por vezes tenhamos de colaborar com pessoas que consideramos menos interessantes, porque em isolamento parece-me mais difícil intervir na realidade social da escola, e porque as crianças aprendem a tolerância, e qualquer outro comportamento, com exemplos comportamentais e não apenas com palavras (Rizzolatti, Fogassi & Gallese 2001).

Para concluir, devo dizer que estou consciente da nobreza da missão de um professor. Aliás, este foi um dos motivos que me compeliu a tentar fazer este percurso de aprendizagem na Escola Superior de Educação de Lisboa. Estou convencido que essa missão vai muito além do cumprimento de rituais de aprovação ou reprovação, do cumprimento do programa ou da preparação para uma profissão. Estou convencido que faz parte da missão educativa preparar as crianças de hoje para os desafios desconhecidos do futuro (Robinson & Aronica, 2009). Mas se não sabemos como vão ser os desafios do futuro, então devemos preparar as crianças para quê exactamente? Num mundo em mudança acelerada, como em nenhuma outra época histórica, também tenho a opinião que é necessário educar para determinadas competências-chave (Gomes et al.,2017). Assim, é preciso educar com confiança para que as crianças aprendam a confiar em si próprias e aprendam a ser autónomas; é preciso educar com e para o diálogo, para que as crianças aprendam a escutar e a expressar-se; é preciso educar com flexibilidade para que as crianças possam ser flexíveis e desenvolvam capacidade adaptativa a diversos cenários; é preciso educar com respeito e tolerância, para que as crianças se respeitem e se tolerem uns aos outros; e é preciso educar com sentido crítico para que as crianças aprendam a pensar criticamente e adoptem uma postura crítica e reflexiva perante as situações de vida.

## REFERÊNCIAS

- Agência Portuguesa do Ambiente. (2007). *Guia Agenda 21 Local: Um desafio para todos*. Disponível em [https://www.apambiente.pt/\\_zdata/Instrumentos/GestaoAmbiental/A21L/Guia%20Agenda%2021%20Local.pdf](https://www.apambiente.pt/_zdata/Instrumentos/GestaoAmbiental/A21L/Guia%20Agenda%2021%20Local.pdf) . Consultado em 1 de janeiro de 2019.
- Agência Portuguesa do Ambiente. (2017). *Estratégia Nacional de Educação Ambiental 2020*. Disponível em [http://www.apambiente.pt/\\_zdata/DESTAQUES/2017/ENEA/AF\\_Relatorio\\_ENEA2020.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/DESTAQUES/2017/ENEA/AF_Relatorio_ENEA2020.pdf) . Consultado em 15 de junho de 2019.
- Agrupamento de Escolas XXX. (2017). *Projeto Educativo*. Ministério da Educação. Consultado em 3 de janeiro de 2019.
- Aires, L. (2011). *Paradigma Qualitativo e Práticas de Investigação Educacional*. Universidade Aberta. 1ª Edição.
- Allen, M. (2010). *Misconceptions in primary science*. New York: McGraw-Hill Education. 2<sup>sd</sup> edition.
- Associação Bandeira Azul. (2014). *Guia Eco-Escolas*. Edição A3 Américo Prata. Disponível em <https://ecoescolas.abae.pt/wp-content/uploads/sites/3/2014/09/Guia-do-professor1.pdf> . Consultado em 6 de junho de 2019.
- Barnosky, A., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.Swartz, B., Quental, T. (...) Ferrer, E. (2011). Has the Earths Sixth Mass Extinction Already Arrived? *Nature*, 471, 51–57.
- Birch, S. & Ladd, G. (1997). The Teacher-Child Relationship and Children's Early School Adjustment. *Journal of School Psychology*, 35(1), 61-79.
- Birch, S. & Ladd, G. (1998). Children's Interpersonal Behaviors and the Teacher-Child Relationship. *Developmental Psychology*, 34(5),934-46.

- Bivar, A. Grosso, C., Oliveira, F. & Timóteo, M. (2013). *Programas e Metas Curriculares da Matemática para o Ensino Básico*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares do Ensino Básico : Ciências Naturais, 5º, 6º, 7º e 8º anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Buescu, H., Morais, J., Rocha, M., & Magalhães, V. (2012). *Metas Curriculares do Português : Ensino Básico, 1º, 2º e 3º ciclos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.
- Cadima, A. Gregório, C., Pires, T., Ortega, C., Horta, N. (1997). *Diferenciação Pedagógica no Ensino Básico: Alguns Itinerários*. 1ª edição. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional.
- Caplan, M. L., & Bustin, R. M. (1999). Devonian–Carboniferous Hangenberg mass extinction event, widespread organic-rich mudrock and anoxia: causes and consequences. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 148, 187-207.
- XXXX. (2018). *Regulamento Interno 2018/2019*. Disponível em : <http://escolacasadafloresta.pt/regulamentointerno.pdf>. Consultado em 25 de março de 2019.
- Cassidy, J., & Berlin, L. J. (1994). The Insecure/Ambivalent Pattern of Attachment: Theory and Research. *Child Development*. 65(4), 971–991.
- Ceballos, G., Ehrlich, P., Barnosky, A., García, A., Pringle, R., Palmer, T. (2015). Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass extinction. *Science Advances*. 1 (5), e1400253.
- CIIMAR. (s.d). *CIIMAR na Escola - Protocolo Experimental : Como ocorre a acidificação dos oceanos?*. Disponível em : <https://www.ciimar.up.pt/oCIIMARnaEscola/images/acidificacao.pdf?termosCondicoes=1>. Consultado em 2 de março de 2019.

- Comissão Nacional da UNESCO (2006). *Roteiro para a Educação Artística: Desenvolver as Capacidades Criativas para o Século XXI*. Lisboa: UNESCO.
- Creswell, J. W. (2008). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. New Jersey: Merrill Prentice Hall. 3rd Edition.
- Crosnoe, R., Johnson, M. & Elder, G. (2004). Intergenerational Bonding in School: The Behavioral and Contextual Correlates of Student-Teacher Relationships. *Sociology of Education*, 77(1),60-81.
- Cruz, C. (2013). *A Educação para o Desenvolvimento Sustentável na Formação de Professores*. (Dissertação de Doutoramento não publicada). Universidade de Aveiro, Aveiro
- Damásio, A. (2000). *O sentimento de Si: O corpo, a emoção e a neurobiologia da consciência*. Lisboa: Publicações Europa-América.
- Direção-Geral da Educação (s.d.). Projeto Eco-Escolas. Disponível em <https://www.dge.mec.pt/projeto-eco-escolas>. Consultado em 24 de julho de 2019.
- Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciências (2016). *Desigualdades Socioeconómicas e Resultados Escolares II : 2º Ciclo do Ensino Público Geral*. Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciências. Available at [http://www.dgeec.mec.pt/np4/97/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=147&fileName=DGEEC\\_DSEE\\_DEEBS\\_2016\\_Desigualdades2\\_CEB.pdf](http://www.dgeec.mec.pt/np4/97/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=147&fileName=DGEEC_DSEE_DEEBS_2016_Desigualdades2_CEB.pdf). Consultado a 13 de junho de 2019.
- Dirzo, R. & Raven, P. H. (2003). Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources*, 28, 137–167.
- Duarte, I. (2000). *Língua Portuguesa: Instrumentos de Análise*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Dytham, C. (2011). *Choosing and Using Statistics: A Biologist's Guide*. Wiley-Blackwell. 3<sup>rd</sup> Edition.

- Ferreira, A. (2007). *Educação Ambiental: Ecologia e as Atitudes para a Sustentabilidade*. (Dissertação de Mestrado não publicada). Faculdade de Ciências do Porto, Porto.
- Fino, C. (2001). Vygotsky e a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de Educação*, 14(2), 273-291.
- Gamoran, A. and M. Nystrand. (1992). Taking Students Seriously. in F. Newman (ed.). *Student Engagement and Achievement in American Secondary Schools*. New York: Teachers College Press.
- Giedd, J., Blumenthal, J., Jeffries, N., Castellanos, F., Liu, H., Zijdenbos, A., Paus, T., Evans, A. and Rapoport, J. (1999). Brain development during childhood and adolescence, a longitudinal MRI study. *Nature Neuroscience*, 2(10), 861-863.
- Gogtay, N., Giedd, J., Lusk, L., Hayashi, K., Greenstein, D., Vaituzis, C., (...) Thompson, P. (2004). Dynamic mapping of human cortical development during childhood through early adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 101(21), 8174-8179.
- Google Maps. (2019). Consultado em 22 de junho de 2019.
- Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Ucha, L., Encarnação, M. (...) Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Gomes, J. (2009). *Programa Eco-Escolas: Um Contributo para a sua Avaliação*. (Dissertação de Mestrado não publicada). Universidade Aberta, Lisboa.
- Harari, Y. (2011). *Sapiens: História Breve da Humanidade*. Braga: Elsinore.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*. 16 (3), 235-266.
- Hmelo-Silver, C. E. , & Barrows, H. S. (2006). Goals and Strategies of a Problem-based Learning Facilitator. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 1(1), 21-39.

- Hoegh-Guldberg, O. & Bruno, J. (2010). The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science*, 328, 1523-1528.
- IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva, Switzerland.
- Katz, L. & Chard S. (1997). *A abordagem de projeto da educação de infância*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Jablonski, D. (1994). Extinctions in the fossil record. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 344, 11–17.
- Joachimski, M., Lai, X., Shen, S., Jiang, H., Luo, G. Chen, B., Chen, J. & Sun, Y. (2012). Climate warming in the latest Permian and the Permian–Triassic mass extinction. *Geological Society of America*, 14 (3), 195-198.
- Jones, M. & Brader-Araje, L. (2002). The impact of constructivism on education Language, discourse, and meaning. *American Communication Journal*, 5 (5).
- John-Steiner, J. & Mahn, H. (1996). Sociocultural Approaches to Learning and Development: A Vygotskian Framework. *Educational Psychologist*, 31, 191-206.
- Junta de Freguesia de Campolide (2019). História. [Site da Junta de Freguesia de Campolide]. Disponível em <https://www.jf-campolide.pt/campolide/historia>. Consultado em 9 de junho de 2019.
- Lanz, R. (1998 (1979)). *A Pedagogia Waldorf : Um Caminho para um Ensino mais Humano*. São Paulo: Summus Editorial. 6ª edição.
- Leitão, M. (2012). *A Constituição e o Funcionamento de uma Comunidade de Prática de Professores em Educação para o Desenvolvimento Sustentável*. (Dissertação de Doutoramento não publicada). Lisboa, Universidade Aberta.
- Lopes, S. (2018). *A Promoção de Práticas Ambientais pelos Alunos do 2º CEB*. (Dissertação de Mestrado não publicada). Escola Superior de Educação de Lisboa. Instituto Politécnico de Lisboa, Lisboa

- Magalhães, P. (2018). *Abordagem Pedagógico-Didática da Educação Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável*. (Dissertação de Mestrado não publicada). Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologia, Lisboa.
- Martins, I., Veiga, M., Teixeira, F., Tenreiro-Vieira, C., Vieira, R., Rodrigues, A. & Couceiro, F. (2007). *Explorando a luz...sombras e imagens*. Coleção Ensino Experimental das Ciências. Lisboa: Ministério da Educação, Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular. 1ª edição.
- Ministério da Educação (2018). *Aprendizagens essenciais. Português, 4.º ano*. Lisboa: Ministério da Educação
- Monteiro, C. , Pinto, H., & Figueiredo, N. (2005). As Fracções e o Desenvolvimento do Sentido do Número Racional. *Educação e Matemática*, 84
- Monteiro, R., Ucha, L., Alvarez, T., Milagre, C., Neves, M., Silva, M. (...) & Macedo, E. (2017). *Estratégia Nacional de Educação para a Cidadania*. República Portuguesa. Disponível em:  
[https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ECidadania/Docs\\_referencia/estrategia\\_a\\_cidadania\\_original.pdf](https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/ECidadania/Docs_referencia/estrategia_a_cidadania_original.pdf) . Consultado em 20 de junho de 2019.
- Morris, D. (2002). *People Watching*. London: Vintage Books.
- ONU (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common future*. Disponível em : <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> . Consultado em 27 de dezembro de 2018.
- ONU (1992). *The Rio Declaration on Environment and Development*. Disponível em [http://www.unesco.org/education/pdf/RIO\\_E.PDF](http://www.unesco.org/education/pdf/RIO_E.PDF). Consultado em 2 de janeiro de 2019.
- Orr, J. C., Fabry, V., Aumont, O., Bopp, L., Doney, S., Feely, R. (...) & Yool, A.(2005). Anthropogenic ocean acidification over the twenty-first century and its impact on calcifying organisms. *Nature*, 437 (7059),681–686.
- Pereira, S. (2010). Explicitação Gramatical no 1º ciclo. In *Desenvolver Competências em Língua: Percursos Didácticos* (pp. 145-174). Lisboa: Edições Colibri

- Perkins, D. & Zimmerman, M. (1995). Empowerment theory, research, and application. *American Journal of Community Psychology*, 23 (5), 569-579
- Pimm, S. L., Russell, G., Gittleman, J. & Brooks, T. (1995). The future of biodiversity. *Science*, 269 (5222), 347– 350.
- Ponte, J. P. (1994). O estudo de caso na investigação em educação matemática. *Quadrante*. 3(1), 3-18
- Projeto Eco-Sensors4Health (2016). *Documento de candidatura do Projeto Eco-Sensors4Health*.
- Projeto Eco-Sensors4Health (2019). *Eco-Sensors4Health Toolkit: Guia Eco-sensores para a saúde*. Lisboa, Viseu: Instituto Politécnico de Lisboa, Instituto Politécnico de Viseu, Ciência Viva – ANCCT, Município de Viseu. Disponível em [https://ecosensors4health.files.wordpress.com/2019/03/toolkit-eco-sensors4health\\_cv\\_vf.pdf](https://ecosensors4health.files.wordpress.com/2019/03/toolkit-eco-sensors4health_cv_vf.pdf). Consultado a 15 de abril de 2019.
- Raup, D. M. & Sepkoski, J. J. (1982). Mass extinctions in the marine fossil record. *Science*, 215 (4539), 1501-1503.
- Reis, C. (coord), Dias, A., Cabral, A., Silva, E., Viegas, F., Bastos, G. (...) & Pinto, M. (2009). *Programas de Português do Ensino Básico*. Lisboa: Direção-geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Riebeek, H. (2008). *The Ocean's Carbon Balance*. NASA's earth Observatory. Disponível em <https://earthobservatory.nasa.gov/features/OceanCarbon> . Acedido em 25 de junho de 2019.
- Rist, R.(1970). Student Social Class and Teacher Expectations: The Self-Fulfilling Prophecy in Ghetto Education. *Harvard Educational Review*, 40 (3), 411-451.
- Rizzolatti, G., Fogassi, L. & Gallese V. (2001). Neurophysiological mechanisms underlying the understanding and imitation of action. *Nature Reviews Neuroscience*, 2, 661–670.

- Robinson, K. & Aronica, L. (2009). *O Elemento*. Porto: Porto Editora.
- Roldão, M.C. (2003). *Diferenciação Curricular Revisitada: Conceito, Discurso e Praxis*. Porto: Porto Editora.
- Santos, M. (2010). *A Educação Ambiental no Ensino Básico: Valores e Atitudes Ambientalistas de Jovens*. (Dissertação de Mestrado não publicada). Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Educação, Bragança.
- Schoene, B., Guex, J., Bartolini, A., Schaltegger, U., & Blackburn, T. (2010). Correlating the end-Triassic mass extinction and flood basalt volcanism at the 100 ka level. *Geology*, 38 (5), 387-390.
- Sheehan, P. (2001). The late Ordovician mass extinction. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 29, 331-364.
- Schulte, P., Alegret, L., Arenillas, I., Arz, I., Barton, P., Bown, P. (...) & Willumsen, P. (2010). The Chicxulub asteroid impact and mass extinction at the Cretaceous-Paleogene boundary. *Science*, 327, 1214-1218.
- Silva, M. J., Ferreira, E., Souza, A., Alves, A. R., & Batista, S. (2018). Using Eco-sensors to Support Children's Participation in Environmental Health. *International Journal of Digital Literacy and Digital Competence (IJDLDC)*, 9(4), 33-45.
- Sousa, A., Alves, A. e Silva, M.J. (2019). A Utilização de Tablets por crianças do 1º CEB, para a resolução de problemas de poluição sonora e de qualidade do ar interior na escola: construção de propostas didáticas. In Silva, M.J. & Brito, R. (Coord), *Utilização pedagógica de sensores eletrónicos para a participação na saúde ambiental das escolas*. Lisboa: Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais, Escola Superior de Educação do Instituto Técnico de Lisboa.[E-book]
- Tobiszewski, M. & Namieśnik, J. (2012). PAH diagnostic ratios for the identification of pollution emission sources. *Environmental Pollution*, 162 ,110-119.
- Torrado, A. (2002). *Da Escola Sem Sentido à Escola dos Sentidos*. Editorial Caminho.

- UNESCO. (2012). *Education for Sustainable Development: Sourcebook*. Disponível em <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000216383> . Consultado em 3 de janeiro de 2019.
- UNESCO. (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Disponível em <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444> . Consultado em 3 de janeiro de 2019.
- Valente, B. Soares, S., Mendonça, I., Cardoso, A.F., Silva, M.J.(2019). A Utilização do Sensor de Dióxido de Carbono em Contextos de Prática Supervisionada: Propostas Didáticas para a disciplina de Ciências Naturais e para a participação em Saúde Ambiental. In Silva, M.J. & Brito, R. (Coord), *Utilização pedagógica de sensores eletrónicos para a participação na saúde ambiental das escolas*. Lisboa: Centro Interdisciplinar de Estudos Educacionais, Escola Superior de Educação do Instituto Técnico de Lisboa, pp. 89-104
- Vasconcelos, T, Rocha, C., Loureiro, C., Castro, J., Menau, J., Sousa, O., (...) & Alves, S. (2011). *Trabalho por Projetos na Educação de Infância: Mapear Aprendizagens, Integrar Metodologias*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência, Direcção-Geral de Inovação e Desenvolvimento Curricular.
- Wake, D. B. & Vredenburg, V. T. (2008). Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 105, 11466–11473.
- Watzlawick, P., Weakland, J. e Fisch, R. (1974). *Change: Principles of Problem Formation and Problem Resolution*. New York: W. W. Norton & Company.
- Whitenack, J. & Yackel, E. (2002). Making mathematical arguments in the primary grades: the importance of explaining and justifying ideas. *Teaching Children Mathematics*, 8 (9), 524-527.
- Williams, J.D. (1998). *Preparing to teach writing : Research, theory and practice*. 3<sup>rd</sup> Edition. USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research: Design and methods*. 3<sup>rd</sup> Edition . Sage

## Anexo A. Grelha de registo comportamental

Nome: \_\_\_\_\_

Ano de escolaridade: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

	Quase nunca	Raramente	Por vezes	Frequentemente	Quase sempre
Toma iniciativa.					
Intervém de forma positiva.					
Respeita a opinião dos pares.					
Argumenta.					
Negoceia.					
É perseverante.					
Formula questões.					
Opina de forma fundamentada.					
Ajuda os colegas na realização de atividades dos diferentes domínios.					
Solicita ajuda aos colegas.					
Escuta os colegas.					
Partilha o material com os colegas.					
Partilha ideias com os colegas.					
Resolve problemas de natureza relacional de forma pacífica, com empatia e sentido crítico.					
Aceita diferentes pontos de vista.					
Defende uma posição.					
Reage a posições falaciosas baseadas na autoridade, tradição ou na posição dominante.					
Pesa alternativas					
Sabe avaliar ou ajuizar da credibilidade de uma fonte					
Formula opiniões fundamentadas					

## **Anexo B. Descrição das aulas de intervenção**

### **Aula 1 – 28 de fevereiro**

Nos primeiros 10 minutos os alunos responderam ao inquérito pré-teste (anexo G). Como uma das características do grupo era a existência de crianças com dificuldades de leitura, os professores estagiários (PE) e a professora cooperante (PC) percorriam a sala respondendo a eventuais dúvidas na compreensão dos enunciados.

Em seguida, promoveram-se duas chuvas de ideias em torno de duas questões: 1) o que entendem por biodiversidade? e 2) o que entendem por alterações climáticas? As preconcepções dos alunos iam sendo registadas no quadro à medida que iam sendo verbalmente formuladas, um registo sobre cada uma das questões (anexos C e D).

As crianças demonstraram que já sabiam bastante sobre os assuntos. Foram várias as ideias interessantes que emergiram em resposta à primeira questão para debate, a saber: “os diferentes tipos de espécies... de tudo”; “as coisas diferentes da natureza”; “os animais que vivem em diferentes habitats”; “variedade de todos os seres vivos”; “a biodiversidade tem que ver também com os animais”, etc.

Em relação à segunda questão, as ideias dos alunos foram quase sempre mais no sentido das flutuações meteorológicas próprias das diferentes estações e menos no sentido de modificações crónicas e extremas nos padrões climáticos.

### **Aula 2 – 1 de março**

A segunda aula teve uma estrutura semelhante, mas começou por uma recapitulação das principais ideias das chuvas de ideias da aula anterior, complementadas por novas ideias importantes e não referidas pelos alunos. Em determinados momentos formularam-se novas questões de debate. Para induzir a discussão, projectaram-se algumas imagens de fenómenos climáticos extremos e de poluição causada pela atividade humana (anexo E). Usando as imagens como indutores foi possível fazer emergir e associar à ideia de alteração climática a noção de eventos climáticos extremos e intensos como os que estão registados no 1º grupo (precipitação e ventos intensos) e no 2º grupo de imagens (evento de seca severa) do anexo E. A intenção era ir associando ideias, com a ajuda das imagens, para ajudar as crianças a estabelecer eventuais relações de causa-efeito entre fenómenos. Assim, levámos as crianças a reflectir sobre se, em alguns locais do planeta e em certos momentos, as alterações climáticas poderiam levar a eventos com níveis muito elevados de precipitação em curtos espaços de tempo ou a períodos de tempo longos sem chover,

ou seja à seca severa, e que esses episódios extremos podiam causar muitas dificuldades às populações humanas por causa de inundações ou de incêndios (imagens do anexo E).

Mais ou menos neste momento, colocou-se a primeira questão para debate: 1) o que estará a causar as alterações climáticas?

Em uníssono, vários elementos do grupo identificaram quase de imediato a poluição, e em particular a poluição do ar, como a causa das alterações climáticas, o que é mais uma evidência de que as crianças sabem sempre algo sobre os assuntos que pretendemos dinamizar.

Surgiu assim a oportunidade para relacionar mais alguns conceitos: os episódios de seca, os fogos (imagem 6, anexo E), a poluição atmosférica (imagem 8, anexo E), a desflorestação (imagem 5, anexo E) e o degelo dos grandes glaciares (imagem 7, anexo E)

O debate foi muito participado e gerou discussões emotivas, que era o que se pretendia. A última imagem, um urso polar subnutrido, gerou a oportunidade para lançar nova questão que seria retomada na aula seguinte: como é que as alterações climáticas influenciam a biodiversidade animal?

### **Aula 3 – 7 de março**

Esta foi a última aula de chuva de ideias e debate em grande grupo sobre alguns conceitos e questões fundamentais. Retomaram-se as questões da aula anterior, para verificar se tinha havido assimilação das ideias discutidas nas aulas anteriores e se surgiam novas ideias. À questão “o que estará a causar as alterações climáticas?”, emergiram no grupo, para além da típica “poluição do ar”, respostas de alunos que identificaram “ os humanos” ou “o fumo dos carros” . E à questão “as alterações climáticas têm influência na biodiversidade animal?”, o grupo respondeu quase em uníssono que sim, e identificaram inclusivamente impactos na vida dos animais marinhos. Surgiu assim a oportunidade para formular nova questão aos alunos: “será que a poluição atmosférica afeta a água dos oceanos e dos mares?” Algumas crianças disseram que não, outras que sim, não existindo consenso dentro do grupo. Mesmo as crianças que responderam afirmativamente, quando questionadas a explicar como é que isso aconteceria, revelaram concepções alternativas do género “ as tempestades e

os raios atingem a água e podem matar alguns animais” , “ a chuva pode cair na água com muita força e causar um *tsunami*” .

Voltou-se ao assunto da poluição atmosférica, e lançou-se novo debate questionando continuamente o grupo, de forma a ir preparando o caminho para a atividade experimental: “que fontes de poluição atmosférica conhecem?”, “Carros”, “fábricas”, “fumo”... “E quais são os poluentes lançados para o ar no “fumo” ? “carvão”, “gasolina”, “restos de químicos”, “dióxido de carbono”... “os automóveis usam gasolina ou gasóleo, mas será que é isso que lançam para o ar?” “químicos mortíferos”, “dióxido de carbono”... “será que o fumo dos escapes tem dióxido de carbono?” “Será que o dióxido de carbono é mesmo poluição?” E aqui surgiu a oportunidade para recordar a composição do ar, que as crianças tinham estudado algumas semanas antes, e constatar que o dióxido carbono existe naturalmente na atmosfera, mas em pequenas quantidades. “Então se o dióxido carbono existe na atmosfera porque considerá-lo poluição?”, “ o nosso corpo não pode respirar muito CO<sub>2</sub>”, respondeu um dos alunos, e pegando nesta resposta chegou-se ao critério-chave da quantidade de CO<sub>2</sub> presente na atmosfera. Referiu-se a importância do CO<sub>2</sub> , dando como exemplo as plantas e logo uma criança respondeu “ se não houver CO<sub>2</sub> não há O<sub>2</sub> porque as plantas precisam de CO<sub>2</sub> para produzir O<sub>2</sub>”. Foi também este o momento para fazer um apanhado das muitas ideias presentes no debate das últimas aulas. Referiu-se que o problema reside na quantidade de CO<sub>2</sub> presente na atmosfera e que a atividade humana, como algumas crianças tinham referido, está contribuir para aumentar muito a quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera, causando alterações no clima. Projectaram-se novas imagens (anexo E, imagem 8 e imagem 9) para ajudar a concretizar esta ideia. Houve oportunidade ainda para fazer um breve inquérito sobre a forma de transporte de cada um no seu trajeto para a escola.

Será que se pode verificar / medir a quantidade de CO<sub>2</sub> que se emite? “Sim”, “Não”, “às vezes”...

#### **Aula 4 – 8 de março**

Esta foi a primeira aula com atividade experimental. Entregou-se uma Folha de Registo Experimental 1 (FRE 1, no anexo H) a cada criança. Decidiu-se não elaborar a ficha em conjunto com as crianças por causa das limitações temporais. Realizou-se uma introdução explicativa à FRE e à atividade experimental em si, realçando a questão-problema “ Quais as fontes de dióxido de carbono no ar, ou seja, o que estará

a causar as alterações climáticas?” e o que se iria medir “Concentração de CO<sub>2</sub> dentro de uma garrafa / eco-câmara”. Houve alguma condução no processo de preenchimento da ficha, nomeadamente na leitura prévia das questões e na indicação do local de resposta.

Depois de registadas as previsões de cada criança, passou-se à medição da concentração de CO<sub>2</sub> em cada amostra de ar. O eco-sensor estava ligado a um *Tablet* e as leituras dos valores de CO<sub>2</sub> eram disponibilizadas em valor numérico instantâneo, portanto as crianças podiam constatar imediatamente as variações de CO<sub>2</sub> através das variações numéricas expressas no ecrã.

Estabeleceu-se que só se registaria o valor medido quando este estabilizasse. Houve crianças a questionar “o que é que é mau, o que é que é bom?”, questão pertinente, pois indica uma procura por valores de referência. Em resposta a uma questão de um aluno, esclareceu-se o significado de “ppm” (partes por milhão) fazendo referência ao conceito de fração decimal abordado em matemática. Na medição da concentração de CO<sub>2</sub> das diferentes amostras seguiu-se a ordem de entrada da tabela da FRE.

À medida que se observava o sensor eletrónico a medir, 280 ppm para o ar do jardim, 1960 ppm para o ar da sala, etc., ia-se questionando o grupo para explicar o que estavam a observar e dava-se também algum tempo para voltarem a fazer previsões. “Porque subiu tanto o valor medido do ar do jardim para o ar da sala?”, “Por causa da respiração”, antecipou-se uma criança mesmo antes de se terminar a formulação da questão. E agora, “quando se abrirem as janelas, o que acham que vai acontecer?”, “Vamos observar”... “Porque acham que o valor medido está a descer?”, questionou o PE. “É por causa do frio”, disse uma das crianças. “Será?”, questionou novamente o PE. “O ar está a sair da sala”, disse outra criança, procurando uma explicação para o fenómeno. O valor estabilizou por volta das 550 ppm. Novo momento de previsão, antes de medir a concentração de CO<sub>2</sub> no ar junto à estrada. A maioria das crianças previu uma subida da concentração de CO<sub>2</sub> e foram questionadas, “Porquê?” “Por causa do ar dos carros”, respondeu uma criança. O valor registado para o ar junto à estrada foi 3870 ppm de CO<sub>2</sub>. “O que acham que vai acontecer com o ar expirado?”, questionou o PE. Novo momento de previsão. Uma das crianças voluntárias veio expirar para dentro de um frasco e realizou-se a medição. A subida drástica da concentração de CO<sub>2</sub> deixou as crianças perplexas, porque não imaginavam que pudesse haver uma quantidade tão elevada de CO<sub>2</sub> no ar expirado.

Na última medição, no “ar depois da combustão da vela”, voltou-se a questionar “porque acham que a experiência consiste na medição do CO<sub>2</sub> do ar depois de uma

vela arder?” . Para imitar um incêndio, respondeu uma das crianças. Enquanto se observava o valor medido a subir, questionou-se “porque sobe o valor?”. “Por causa da combustão” , respondeu alguém. Outra criança perguntou “é por isso que tossimos quando há fogo?”. Quando a vela apagou, questionou-se “porque é que a vela apagou?”. “Porque o ar está todo coiso”, retorquiu uma criança, à procura de palavras mais exatas. “ O que é que isso significa?”, questionou-se novamente, “porque não há oxigénio”, complementou outra criança.

Por limitações temporais, não houve tempo de completar o preenchimento da FRE 1, particularmente as questões de verificação e conclusão.

### **Aula 5 – 12 de março**

No início desta aula, fez-se uma breve recapitulação da sequência experimental da aula anterior, fazendo uma leitura dos valores registados na tabela da FRE 1 (à vez, deu-se a palavra às crianças para que elas fizessem a leitura da sua própria tabela e logo o resto do grupo se encarregou de confirmar o valor ou de identificar alguma possível gralha de preenchimento).

A partir dos valores registados na tabela, lançou-se a tarefa de completar o preenchimento da FRE 1, verificando “Quais os valores mais elevados? E os mais baixos?” e procurando concluir alguma coisa com esta primeira etapa do trabalho experimental “Quais as fontes de CO<sub>2</sub> no ar? Quem retira CO<sub>2</sub> do ar?”

As questões de verificação não levantaram muitas dúvidas de preenchimento, mas as questões de conclusão geraram um certo burburinho e, por isso, dinamizou-se nova discussão e reflexão, com novas questões que remetiam para os resultados da atividade experimental. “Como puderam verificar a concentração de CO<sub>2</sub> foi muito elevada dentro da câmara fechada, depois da combustão da vela. Porquê? O que estaríamos a querer simular com uma vela a arder?” . “Um fogo.” , disse uma criança. “E são só os fogos que libertam gases?”, perguntou o PE. “As fábricas também.”, respondeu de imediato outra criança. “Há algumas semanas atrás, quando estudaram a atmosfera e o ar, que nome deram a isto?” devolveu o PE. “Poluição”, respondeu uma das crianças depois de outras tentativas de resposta por outros membros do grupo. “E como puderam verificar a concentração de CO<sub>2</sub> do ar do jardim foi a mais baixa. Porque será?” . A resposta não foi imediata, gerou um certo silêncio no grupo. Não era óbvio para as crianças. “O que existe em grande quantidade num jardim?” questionou o PE. “flores”, “árvores” , foram respostas das crianças. “E então?” deixou

no ar o PE. “As flores tiram CO<sub>2</sub> do ar.” Respondeu uma das crianças. “As flores são parte de algumas plantas. É isso mesmo N., as plantas retiram CO<sub>2</sub> do ar.” Devido a esta reflexão conjunta, a maioria das crianças escreveu algo semelhante na sua conclusão.

Em seguida avançou-se para nova atividade experimental. Partindo do procedimento de combustão da vela dentro da eco-câmara, introduziu-se agora água (aproximadamente 1cm de altura) no fundo da eco-câmara e colocou-se a vela no fundo sobre um frasco de vidro invertido, pronta a entrar em combustão. “Qual foi o valor da concentração de CO<sub>2</sub> dentro da campânula depois da combustão da vela?”. As crianças apressaram-se a consultar a tabela para responder “21970”. “21970 quê?”, insistiu o PE. “ppm”, responderam várias crianças. “Ainda se recordam o que significa isso?”(...) “Exactamente, partes por milhão”, confirmou o PE, aproveitando para colocar a questão problema das próximas atividades experimentais. “O que acontece à água quando a concentração de CO<sub>2</sub> no ar aumenta? Ou seja, o que acontece à água devido às alterações climáticas?” e referir o que iríamos medir “O pH da água”. “O pH é o grau de acidez de um líquido”, esclareceu o PE, para ajudar as crianças a aceder a este constructo complexo, dando exemplos familiares e apelando às suas experiências de vida, “Por exemplo, se beberem água ou sumo de laranja, qual deles será mais ácido?”. “O sumo de laranja”, responderam quase todos em concordância. “E se beberem sumo de laranja e em seguida sumo de limão, qual deles será mais ácido?”. “o sumo de limão” voltaram a responder em concordância. “O pH é uma forma de medir o grau de acidez destes e de outros líquidos. Os resultados são apresentados numa escala e 0 a 14, em que de 0 a 7 temos líquidos ácidos e de 7 até 14 temos líquidos que não são ácidos. Quanto mais baixo for o valor maior a acidez. Por exemplo, a água da torneira pode ter um valor de 6,5, o sumo de laranja de 4,2 e o sumo de limão de 2,6.”

Depois deste breve esclarecimento, lançaram-se as questões de previsão da experiência 1 e 2 da FRE2 e deu-se 10 a 15 minutos para as crianças responderem. Tinha-se planeado fazer as duas experiências em paralelo, mas perante a confusão que isso começou a gerar logo nesta etapa introdutória, decidiu-se reformular o plano e fazer primeiro a experiência 1 e todo o procedimento previsto, de previsão, registo de observações e verificação e só em seguida a experiência 2 com o mesmo procedimento até às verificações. A conclusão seria realizada por último, depois de realizadas as duas experiências.

## **Aula 6 – 14 de março**

No início desta aula, realizou-se uma breve recapitulação da aula anterior, recordando a questão-problema, o que se iria medir, o que era o pH, etc., antes de se realizar a atividade experimental. Mediu-se o pH da água (da torneira da escola) e as crianças observaram o resultado numérico (7,10) no ecrã do *tablet* e registaram o resultado na tabela da FRE 2. Colocou-se a vela em combustão dentro da campânula hermeticamente fechada e aguardou-se cerca de 20 minutos antes de fazer novamente a medição do pH. Mediu-se novamente o pH da água e as crianças observaram o resultado no ecrã do *tablet* (7,01). Em seguida, deu-se algum tempo para preenchimento da questão de verificação “O que aconteceu ao pH da água, quando a concentração de CO<sub>2</sub> no ar subiu?”.

Retomou-se, então, a segunda experiência da FRE2. Relembra-se que a introdução e a questão de previsão - “O que acham que vai acontecer ao pH (acidez) da água em que se introduziu ar expirado?” - tinham sido realizadas ao mesmo tempo que a introdução e questão de previsão - “O que acham que vai acontecer ao pH (acidez) da água depois da vela apagar?” - da primeira experiência da FRE 2, tendo esta opção gerado confusão. Por isso, decidiu-se separar as duas experiências e só retomar agora a segunda experiência. Mostrou-se que a água do frasco da experiência 2 era a mesma que se tinha colocado no fundo da eco-câmara (água da torneira da escola). Mediu-se o pH inicial da água e as crianças observaram o resultado no ecrã do *tablet* em tempo real (7,21). O valor obtido não foi igual ao valor inicial do pH da água da eco-câmara, tal como seria esperado. As crianças não se questionaram sobre esta diferença e, para não se abrir uma nova linha de discussão, não se chamou a atenção para este facto. Uma das crianças voluntariou-se para vir introduzir ar expirado na água através do sopro numa palhinha. Em seguida voltou-se a medir o pH da água, com o resultado a ser obtido em tempo real no ecrã do *tablet* (5,96). Em seguida, deu-se algum tempo para preenchimento da questão de verificação “O que aconteceu ao pH da água, quando se introduziu ar expirado (rico em CO<sub>2</sub>)?”

Seguiu-se um tempo para responder à questão de conclusão “O que acontece à água quando a concentração de CO<sub>2</sub> no ar aumenta?”

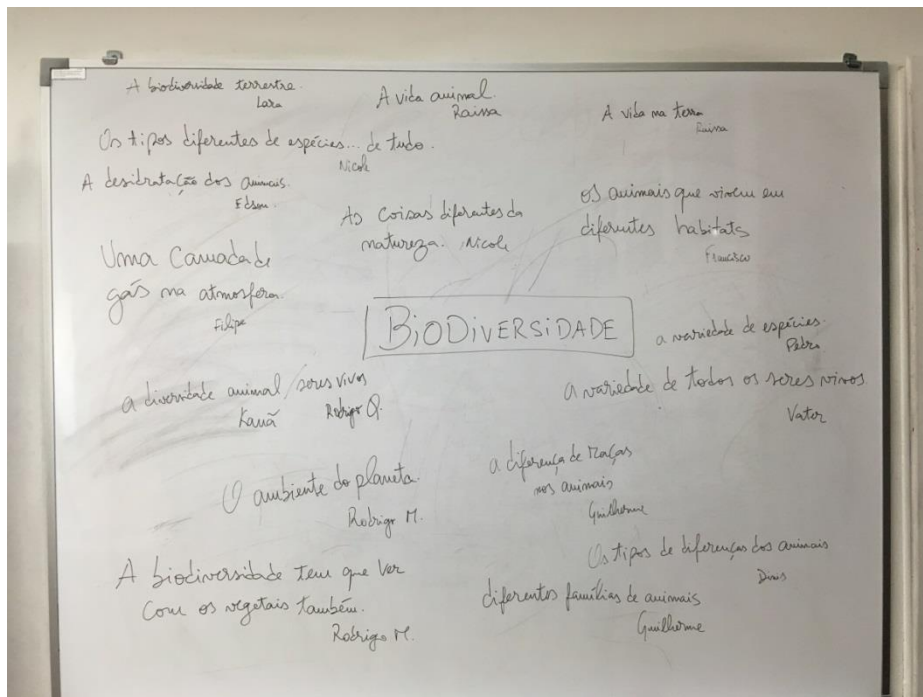
## **Aula 7 – 15 de março**

Tinha-se previsto realizar ainda mais uma atividade experimental sobre o impacto da acidificação da água nos organismos com concha, contudo não houve tempo

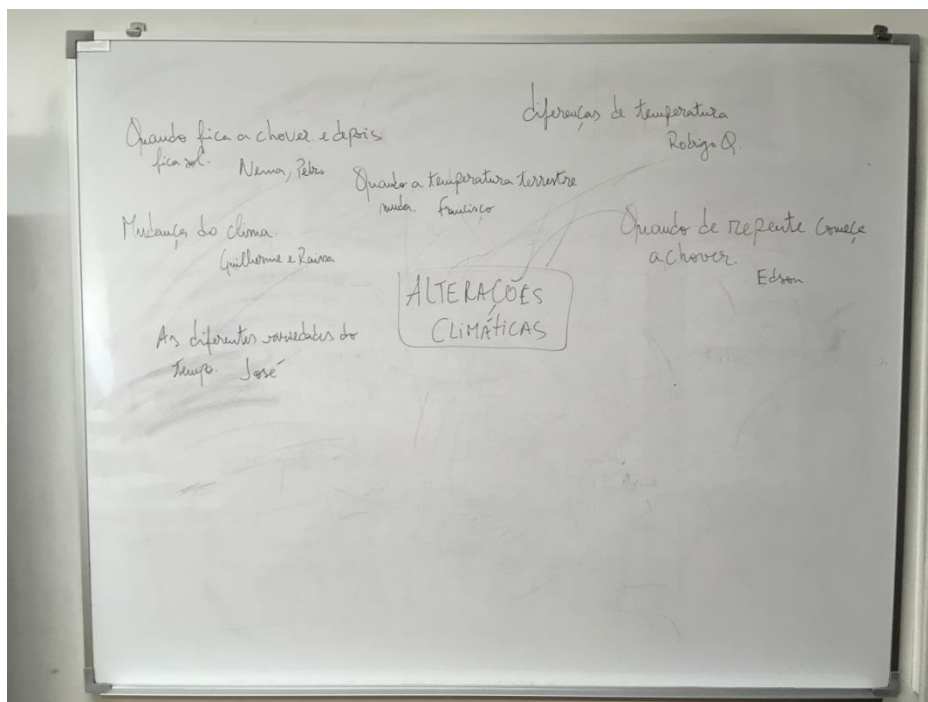
suficiente de aula. Dedicou-se esta aula à reflexão e sistematização do que se tinha aprendido, através de nova conversa em grande grupo.

Os últimos 10 minutos foram dedicados ao preenchimento do pós-teste. E, tal como no pré-teste, teve-se em consideração a existência de crianças com dificuldades de leitura, tendo os professores estagiários (PE) e a professora cooperante (PC) percorrido a sala, dissipando eventuais dúvidas na compreensão dos enunciados.

## Anexo C. Registo das ideias sobre Biodiversidade



## Anexo D. Registo das ideias sobre Alterações Climáticas



## Anexo E. Imagens projetadas



*Imagem 1. Um Furacão*



*Imagem 2. Um Tornado.*



*Imagem 3. Inundação provocada pelo furacão Katrina em 2005.*



*Imagem 4. Uma paisagem de seca.*



*Imagem 5. Abate de árvores na Amazónia.*



*Imagem 6. Incêndio no Pinhal de Leiria em 2017.*



*Imagem 7. Urso Polar severamente subnutrido.*



*Imagem 8. Poluição atmosférica na China.*



*Imagem 9. Tráfego rodoviário em São Paulo, Brasil.*

## **Anexo F. Protocolos Experimentais**

Experiencia 1: Medição de concentração de CO<sub>2</sub> (adaptado de Projeto Eco-Sensors4Health, 2019).

### Material:

1 Tablet

1 Interface Bluetooth

3 garrafas de recolha de ar

1 sensor de dióxido de carbono

1 eco-câmara

1 vela

1 copo

1 Isqueiro

Fita cola

Água da torneira

### Procedimentos

1. Conectar o sensor de dióxido de carbono no ar ao *tablet* na opção de exibição de resultados em valores numéricos

2. Usar o sensor de dióxido de carbono no ar, para medir a concentração deste gás no interior da garrafa de recolha que enchamos previamente com ar do jardim. Registrar o resultado da medição quando o valor medido estabilizar.

3. Usar o sensor de dióxido de carbono no ar, para medir a concentração deste gás no interior da sala de aula cerca de 2 horas depois do seu início de ocupação diária. Registrar o resultado da medição quando o 4. valor medido estabilizar.

5. Abrir as janelas da sala e usar o sensor de dióxido de carbono no ar para medir a concentração deste gás no interior da sala. Registrar o resultado da medição quando o valor medido estabilizar.

6. Usar o sensor de dióxido de carbono no ar, para medir a concentração deste gás no interior da garrafa de recolha que enchemos previamente com ar junto à estrada. Registrar o resultado da medição quando o valor medido estabilizar.

7. Pedir a uma criança que realize uma expiração para dentro de uma garrafa e usar o sensor de dióxido de carbono no ar, para medir a concentração deste gás no interior da garrafa. Registrar o resultado da medição quando o valor medido estabilizar.

8. Colocar uma pequena vela acesa dentro da eco-câmara. Fechar a eco-câmara, com o sensor de dióxido de carbono a medir a concentração deste gás no ar dentro da câmara. Registrar o resultado da medição quando o valor medido estabilizar.

### Experiencia 2: Acidificação da água (adaptado de CIIMAR,s.d.)

#### Material:

1 Tablet

1 Interface Bluetooth

1 sensor de pH

1 eco-câmara

1 vela

1 copo

1 Isqueiro

Fita cola

Água da torneira

#### Procedimentos

1. Colocar água da torneira dentro da eco-câmara e dispor uma vela sobre um copo virado com a boca para baixo.

2. Usar o sensor de pH para medir o pH da água da torneira. Registrar o resultado da medição quando o valor medido estabilizar.

- 3.Retirar o sensor de pH, acender a vela dentro da eco-câmara.
- 4.Fechar a eco-câmara com fita-cola de modo a não permitir a entrada e saída de ar.
- 5.Esperar 10 minutos depois da vela se apagar.
- 6.Usar o sensor de pH para medir o pH da água da torneira. Registrar o resultado da medição quando o valor medido estabilizar.

### Experiencia 3: Acidificação da água (adaptado de CIIMAR,s.d)

#### Material:

1 Tablet

1 Interface Bluetooth

1 sensor de pH

1 copo

1 palhinha

Água da torneira

#### Procedimentos

- 1.Colocar água da torneira dentro de um copo.
- 2.Usar o sensor de pH para medir o pH da água da torneira. Registrar o resultado da medição quando o valor medido estabilizar.
- 3.Retirar o sensor de pH.
- 4.Fazer três expirações, com recurso a uma palhinha, para dentro da água da torneira que está no copo.
- 5.Usar o sensor de pH para voltar a medir o pH da água da torneira. Registrar o resultado da medição quando o valor medido estabilizar





## Anexo G. Inquérito Pré e Pós Teste



Nome: \_\_\_\_\_

Ano de escolaridade: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

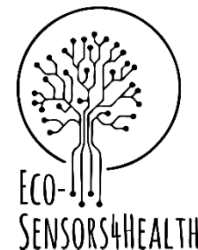
Para cada frase, depois de pensares no teu grau de acordo ou desacordo, coloca uma cruz num dos retângulos

	Discordo totalmente 	Discordo 	Não concordo nem discordo	Concordo 	Concordo totalmente 
1.As pessoas deviam pensar na importância do ambiente.					
2.Eu penso pouco no ambiente.					
3.Só os especialistas podem reduzir a poluição de um ambiente.					
4.O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera provoca uma diminuição da temperatura na Terra.					
5.O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera provoca alterações climáticas.					
6.Quando a concentração de dióxido de carbono no ar aumenta na atmosfera, a atmosfera fica poluída.					
7.Existe dióxido de carbono no ar limpo e não poluído.					
8.Há atividades humanas que aumentam a concentração de dióxido de carbono na atmosfera.					
9.As alterações climáticas não prejudicam os animais.					
10.Aumentar a concentração de dióxido de carbono na atmosfera é prejudicial para a biodiversidade.					
11.O aumento de concentração de dióxido de carbono torna a água mais ácida.					
12.As plantas podem melhorar a qualidade do ar.					

13.Nós podemos ajudar os colegas de outras turmas a cuidar melhor do ambiente.					
--	--	--	--	--	--

# Anexo H. Folhas de Registo Experimental

Folha de Registo 1



Nome: \_\_\_\_\_

Ano de escolaridade: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

**Problema:** Quais as fontes de dióxido de carbono no ar, ou seja, o que estará a causar as alterações climáticas?

**O que vamos medir:** Concentração de CO<sub>2</sub> dentro de uma garrafa / eco-câmara

**O que pensamos que vai acontecer o porquê?**

Em tua opinião em qual das amostras de ar o valor de CO<sub>2</sub> será mais elevado? E em qual das amostras o valor de CO<sub>2</sub> será mais baixo?

---

---

---

**O que medimos/observamos?**

DATA	HORA	AR DENTRO DA GARRAFA / ECO-CÂMARA	CONCENTRAÇÃO DE CO <sub>2</sub>
		Ar do jardim	ppm
		Ar da sala	ppm
		Ar da Sala (com janelas abertas)	ppm
		Ar junto à estrada	ppm
		Ar expirado	ppm
		Ar depois da combustão da vela	ppm

**O que verificámos?**

Quais os valores mais elevados? E os mais baixos?

---

---

---

**O que concluímos?**

Quais as fontes de dióxido de carbono no ar? Quem retira dióxido de carbono do ar?

---

---



Nome: \_\_\_\_\_

Ano de escolaridade: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ anos

Problema: O que acontece à água quando a concentração de dióxido de carbono no ar aumenta? Ou seja, o que acontece à água devido às alterações climáticas?

O que vamos medir: O pH da água.

**O que pensamos que vai acontecer o porquê?**

Experiência 1

O que acham que vai acontecer ao pH (acidez) da água depois da vela apagar?

---



---

Experiência 2

O que acham que vai acontecer ao pH (acidez) da água em que se introduziu ar expirado?

---



---

**O que observamos?**

Experiência 1

DATA	AR DENTRO DA CAMPANULA	CONCENTRAÇÃO DE CO <sub>2</sub>		pH DA ÁGUA (Acidez)	
		Início	Depois da vela apagar	Início	minutos depois da vela apagar
	Ar com vela acesa	ppm	ppm		

Experiência 2

COPO	pH DA ÁGUA (Acidez
Água da torneira	
Água da torneira com ar expirado	

**O que verificámos?**

Experiência 1

O que aconteceu ao pH da água, quando a concentração de dióxido de carbono no ar subiu?

---

---

---

Experiência 2

O que aconteceu ao pH da água, quando se introduziu ar expirado (rico em CO<sub>2</sub>)?

---

---

---

**O que concluímos?**

O que acontece à água quando a concentração de dióxido de carbono no ar aumenta?

---

---

---

---

## **Anexo I. Consentimento Informado.**

Caros Encarregados de Educação,

No âmbito do estágio curricular supervisionado, que decorre de 7 de janeiro a 8 de março de 2019, iremos realizar com, os alunos do 5º D, um conjunto de atividades didáticas experimentais na disciplina de Ciências Naturais. Estas atividades, em particular, fazem parte de um estudo curricular que terá como objetivos aumentar o conhecimento e melhorar as práticas didáticas em ciências. Por questões relacionadas com o registo da informação, iremos fazer registos audiovisuais de algumas etapas do processo, sendo que ocultação da identidade das crianças será sempre salvaguardada.

Assim, solicitamos a sua autorização para efectuar registos audiovisuais com o seu educando.

**Eu, \_\_\_\_\_, Encarregado de Educação do/a aluno/a \_\_\_\_\_, autorizo o registo audiovisual durante as atividades experimentais supracitadas.**

**Lisboa, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.**

**Assinatura:**

\_\_\_\_\_