

CONTRIBUTOS DE UMA TRAJETÓRIA DE
APRENDIZAGEM QUE VISA O DESENVOLVIMENTO DO
CONHECIMENTO DE VOLUME, NUMA TURMA DE 6.º ANO
DE ESCOLARIDADE

Ana Sofia Marques Azeitona Lopes

Relatório de Prática de Ensino Supervisionada
apresentado à Escola Superior de Educação de Lisboa para
obtenção de grau de mestre em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e de
Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico

2023-2024



CONTRIBUTOS DE UMA TRAJETÓRIA DE APRENDIZAGEM QUE VISA O DESENVOLVIMENTO DO CONHECIMENTO DE VOLUME, NUMA TURMA DE 6.º ANO DE ESCOLARIDADE

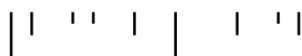
Ana Sofia Marques Azeitona Lopes

Relatório de Prática de Ensino Supervisionada
apresentado à Escola Superior de Educação de Lisboa para
obtenção de grau de mestre em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e
de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo do Ensino Básico

Júri

Presidente: Tiago Tempera
Arguente: Margarida Rodrigues
Orientador: Lina Brunheira

2023-2024



AGRADECIMENTOS

Prestes a fechar este ciclo, olho para trás e recorro um caminho repleto de desafios, aprendizagem e inúmeras contribuições de diferentes pessoas que foram fundamentais para a realização deste trabalho. É com profundo respeito e gratidão que dedico este espaço para agradecer-las.

Em primeiro lugar, a minha eterna gratidão à minha família, especialmente aos meus pais Vítor Lopes e M^a Céu Lopes, e ao meu companheiro e parceiro de vida, Pedro Candeias, pelo amor, apoio incondicional, e por acreditarem em mim, mesmo nos momentos em que eu própria duvidei.

Um agradecimento especial à minha amiga Marta Guedes, companheira de viagens, confiante e responsável por me mostrar o mundo da educação onde me encontrei e sou feliz. A sua amizade e apoio foram fundamentais para a realização deste trabalho e para a minha formação profissional.

Gostaria também de agradecer à minha amiga, Mariana Caeiro, que foi uma fonte constante de motivação e encorajamento. As palavras de incentivo e os momentos de descontração ajudaram a manter o equilíbrio e a perseverança.

À minha orientadora, professora Lina Brunheira, não só por todos os conhecimentos transmitidos, mas também por me orientar, inspirar e desafiar a ir mais além. A sua presença e preocupação, apoio e sabedoria foram essenciais nesta viagem.

Um agradecimento especial à Escola Superior de Educação de Lisboa e a todos os professores que fizeram parte do meu percurso, por fornecerem as condições necessárias para a minha formação e que me fizeram descobrir e apreciar um novo mundo e novas perspetivas.

Por fim, mas não menos importante, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta investigação, o meu sincero agradecimento. Este trabalho é um reflexo da disponibilidade, apoio e inspiração de todos vós.

RESUMO

O presente relatório surge no âmbito da Unidade Curricular (UC) de Prática de Ensino Supervisionada II (PES II), integrada no Mestrado em Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico (CEB) e em Matemática e Ciências Naturais do 2.º CEB. Este integra a descrição, análise e reflexão da prática pedagógica de ensino supervisionada vivenciada em 1.º e em 2.º CEB, bem como a investigação realizada com uma turma de 6.º ano do 2.º CEB, no contexto de uma escola pública em Sintra.

O objetivo geral da investigação é verificar quais os contributos de uma trajetória de aprendizagem que valoriza a compreensão do conceito de volume pelos alunos. Surge então como questão de investigação ***“Quais os contributos de uma trajetória de aprendizagem que visa o desenvolvimento do conhecimento da grandeza volume?”*** e, como questões secundárias definiu-se: i) *“Que aprendizagens os alunos evidenciam do ponto de vista do conhecimento conceptual e do conhecimento procedimental?”* e ii) *“Quais as maiores dificuldades que os alunos apresentam na compreensão do conceito de volume?”*.

O estudo segue uma metodologia de cariz qualitativa, com um design específico de Investigação-Ação, que recorre a uma análise profunda das estratégias de resolução e do raciocínio demonstrado pelos alunos. Para recolha de dados foram utilizados diversos instrumentos, como gravações de áudio do grupo de alunos selecionado, em ambiente de sala de aula, registo de observações sobre o seu desempenho e análise dos documentos por eles produzidos. Para análise de dados realizou-se análise de conteúdo, sendo os mesmos categorizados e interpretados.

Os resultados obtidos ao longo da prática pedagógica evidenciam a apropriação do conceito de volume e o desenvolvimento do conhecimento conceptual desta grandeza.

Palavras-chave: Volume; Conhecimento conceptual; Conhecimento Procedimental; Trajetória de aprendizagem; 2.º Ciclo.

ABSTRACT

This report was developed as part of the curricular unit of Supervised Teaching Practice II, which integrates the curriculum of the Master's in Teaching of 1st Cycle of Basic Education and Mathematics and Natural Sciences of 2nd Cycle of Basic Education. The report integrates the description, analysis, and reflection of the supervised teaching practice in 1st and 2nd cycles, as well as the investigation led on a 6 class grade, within the scope of a public school in Sintra.

The general objective of the research is to verify the contributions of a learning trajectory that values the understanding of the concept of volume by students. This leads to the research question, "*What are the contributions of a learning trajectory aimed at developing the conceptual knowledge of Volume?*" and, as secondary questions, it was defined: i) "*What learnings do students show from the perspective of conceptual knowledge and procedural knowledge?*" and ii) "*What are the major difficulties that students face in understanding the concept of volume?*".

The study follows a qualitative methodology, with a specific Action-Research study design, which relies on a deep analysis of the problem-solving strategies and reasoning demonstrated by the students. For data collection, various instruments were used, such as audio recordings of the selected group of students in a classroom environment, observations of their performance, and analysis of the documents they produced. For data analysis, content analysis was conducted, with the data being categorized and interpreted.

The results obtained throughout the pedagogical practice highlight the appropriation of the concept of volume and the development of the conceptual knowledge of this magnitude.

Keywords: Volume; Conceptual Knowledge; Procedural Knowledge; Learning Trajectory; 2.nd Cycle.

ÍNDICE GERAL

1.INTRODUÇÃO.....	1
I PARTE - PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADA NO 1.º CEB E NO 2.º CEB 4	
1. DESCRIÇÃO SINTÉTICA DA PRÁTICA PEDAGÓGICA DESENVOLVIDA NO CONTEXTO DO 1.º CICLO.....	5
1.1. Finalidades educativas da instituição cooperante	6
1.2. A turma	6
1.3. Problematização sumária dos dados recolhidos e identificação da problemática de intervenção	8
1.3.1 Objetivos gerais.....	8
1.3.2 Estratégias globais de intervenção e integração curricular	9
1.3.3 Atividades implementadas	11
1.3.4 Avaliação e regulação das aprendizagens	12
2. DESCRIÇÃO SINTÉTICA DA PRÁTICA PEDAGÓGICA DESENVOLVIDA NO CONTEXTO DO 2.º CICLO	14
2.1. Finalidades educativas da instituição cooperante	15
2.2. As turmas	15
2.3. Problematização sumária dos dados recolhidos e identificação da problemática de intervenção	16
2.3.1 Objetivos gerais e específicos:.....	17
2.3.2 Estratégias globais de intervenção e integração curricular:	17
2.3.3 Atividades implementadas	19
2.3.4 Avaliação e Regulação das Aprendizagens.....	21
3.ANÁLISE REFLEXIVA DA PRÁTICA OCORRIDA EM AMBOS OS CICLOS DE ENSINO.....	23
3.1 Desenvolvimento dos alunos	24
3.2 Métodos de ensino e aprendizagem	25
3.3 Relação pedagógica.....	26
3.4 Processos de avaliação e regulação das aprendizagens.....	27
II PARTE – ESTUDO EMPÍRICO	29
1. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO	30
1.1. Contextualização e motivação do estudo	31

1.2. Questões de investigação e objetivos do estudo	32
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	33
2.1. Conceitos fundamentais de volume	34
2.2. A aprendizagem do volume	35
2.3. Conhecimento conceptual e procedimental	37
2.4. Métodos de ensino do conceito de volume	38
2.5. Dificuldades na compreensão do volume	41
3. METODOLOGIA.....	45
3.1. Participantes	46
3.2. Opções Metodológicas.....	47
3.2.1. Natureza do estudo.....	47
3.2.2. Síntese da trajetória percorrida e tarefas implementadas.....	48
3.2.2. Técnicas de recolha e análise de dados.....	51
3.3. Princípios éticos de investigação	54
4. RESULTADOS	55
4.1. Apresentação e discussão dos resultados	56
4.1.1. Tarefa 1	56
4.1.2. Tarefa 2	60
4.1.3. Tarefa 3	63
4.1.4. Tarefa 4	68
4.1.5 Estratégias e níveis de estruturação	70
4.2. Resposta às questões de investigação	71
5. CONCLUSÕES	73
6. REFLEXÃO FINAL.....	77
REFERÊNCIAS	81
ANEXOS.....	86
Anexo A. Grelha de avaliação PI 1.º CEB.....	88
Anexo B. Grelha de avaliação PI 2.º CEB.....	92
Anexo C. Modelo de investigação implementado	97
Anexo D. Tarefa 1.....	100
.....	100
Anexo D. Tarefa 2.....	101
Anexo D. Tarefa 3.....	102

Anexo D. Tarefa 4.....	103
Anexo E. Grelha de análise conteúdo das aprendizagens	106
Anexo F. Grelha de análise conteúdo das dificuldades.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Questões do enunciado da tarefa 1	58
Figura 2: Construção da aluna B	58
Figura 3: Construção da aluna E	58
Figura 4: Enunciado da tarefa 2	60
Figura 5: Resoluções das alunas.....	61
Figura 6: Resoluções das alunas.....	61
Figura 7: Resposta das alunas	63
Figura 8: Enunciado da tarefa 3	63
Figura 9: Respostas das alunas.....	64
Figura 10: Resolução das alunas	65
Figura 11: Registo fotográfico da construção das alunas.....	65
Figura 12: Registo da resolução das alunas.....	66
Figura 13: Resolução das alunas	67
Figura 14: Resolução da aluna MD tarefa 4.....	68
Figura 15: Resolução da aluna MD tarefa 4.....	69
Figura 16: Resolução da aluna MD.....	69

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Potencialidades e fragilidades da turma do 3º ano, 1º CEB.	7
Tabela 2: Objetivos gerais e específicos por área disciplinar.....	8
Tabela 3: Estratégias globais de intervenção.....	9
Tabela 4: Objetivos gerais e específicos por área disciplinar.....	17
Tabela 5: Estratégias globais de trabalho em cada área curricular.....	18
Tabela 6: Estratégias globais de trabalho e integração curricular	19
Tabela 7: Síntese das estratégias de contagem	42
Tabela 8: Quadro síntese dos níveis de sofisticação dos processos mentais	43
Tabela 9 Síntese da trajetória de aprendizagem implementada.....	49
Tabela 10. Categorias, subcategorias e indicadores das aprendizagens.	53
Tabela 11. Categorias, subcategorias e indicadores das dificuldades	54

Lista de Abreviaturas

AE – Aprendizagens Essenciais

CEB – Ciclo do Ensino Básico

PC – Professora Cooperante

PES - Prática de Ensino Supervisionada

PI – Plano de intervenção

UC – Unidade Curricular

1. INTRODUÇÃO

| " | | | " |

Este documento é parte integrante da Unidade Curricular de Prática de Ensino Supervisionada II, do plano de estudos do Mestrado Profissionalizante para o Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico e para o ensino de Matemática e Ciências Naturais no 2.º Ciclo, ministrado pela Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Lisboa.

Representa o culminar de um trajeto académico que engloba a implementação, em ambiente educativo, das competências necessárias para a prática profissional. Destina-se, portanto, a fornecer uma análise e reflexão crítica e pessoal sobre a experiência vivida, incluindo a prática pedagógica realizada durante o estágio nos 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico, bem como um estudo de natureza investigativa.

O relatório encontra-se estruturado em duas partes principais. A primeira, focada na Prática de Ensino Supervisionada (PES), que aborda as atividades realizadas em ambos os ciclos educativos (especificamente no 3.º e no 6.º ano) e apresenta uma análise comparativa das duas experiências. A segunda parte detalha o estudo investigativo realizado, delineando o seu escopo, fundamentação teórica, metodologia adotada, além dos resultados e conclusões alcançados com a investigação.

Na primeira parte do relatório, são descritas as práticas pedagógicas nos 1.º e 2.º Ciclos do Ensino Básico, divididas em: **i) Descrição sintética da prática pedagógica**, incluindo o contexto institucional, a ação da Professora Cooperante (PC), e a dinâmica dos grupos de alunos; a identificação e discussão da problemática, surgida a partir da observação das potencialidades e fragilidades das turmas de cada ciclo, com a definição dos objetivos gerais para o Plano de Intervenção (PI), bem como as estratégias, atividades e avaliações empreendidas. O capítulo **ii) Análise crítica da prática**, propõe uma reflexão sobre as práticas implementadas em ambos os ciclos, considerando o desenvolvimento discente, as metodologias de ensino e aprendizagem, a relação pedagógica e os métodos de avaliação e regulação da aprendizagem.

A secção dedicada ao Estudo Empírico, intitulado "Contributos de uma trajetória de aprendizagem que visa o desenvolvimento do conhecimento de volume, numa turma de 6.º ano de escolaridade", é dividida em seis capítulos, começando pela **Apresentação do estudo**, que justifica a escolha do tema e define o problema e o objeto de estudo. O objetivo geral da investigação é identificar quais os contributos de uma trajetória de aprendizagem que valoriza a compreensão do conceito de volume pelos alunos e, como

objetivos específicos: i) identificar as aprendizagens evidenciadas pelos alunos do ponto de vista do conhecimento conceptual e procedimental; e ii) reconhecer as principais dificuldades apresentadas pelos alunos na compreensão do conceito de volume.

Segue-se um **Enquadramento teórico** que revisa a literatura relevante para estabelecer a base conceptual do estudo, e uma secção sobre **Metodologia**, detalhando a abordagem adotada, os participantes, técnicas de recolha e análise de dados, e princípios éticos do processo de investigação realizado. A **Apresentação e discussão dos resultados** são exibidas nos capítulos subsequentes, culminando na **Conclusão**, com uma súmula das conclusões obtidas com o estudo, bem como os constrangimentos sentidos durante a sua implementação e sugestões de direções futuras.

O relatório finda com uma **Reflexão final** acerca do impacto da experiência no desenvolvimento pessoal e profissional, destacando aprendizagens adquiridas e áreas para desenvolvimento futuro. **Referências bibliográficas** e **Anexos** complementam e enriquecem o trabalho apresentado.

I PARTE - PRÁTICA DE ENSINO
SUPERVISIONADA NO 1.º CEB E NO
2.º CEB

| ' ' | | ' ' |

**1. DESCRIÇÃO SINTÉTICA DA
PRÁTICA PEDAGÓGICA
DESENVOLVIDA NO CONTEXTO DO
1.º CICLO**

| ' ' | | ' ' |

1.1. Finalidades educativas da instituição cooperante

O contexto em que se desenvolveu a prática pedagógica no 1.º CEB é privado, está localizado em Massamá e apresenta uma proposta educativa que se compromete com uma prática pedagógica abrangente e diligente com a condição humana, em todas as suas dimensões.

A instituição coloca um forte enfoque na educação pessoal dos alunos, enfatizando valores como a responsabilidade, a maturidade, o equilíbrio emocional e racional, além da imaginação e criatividade. Estes princípios são vistos como fundamentais para o desenvolvimento de indivíduos capazes de enfrentar as suas limitações, tomar decisões ponderadas e enfrentar os desafios, numa perspetiva construtiva e inovadora. Além disso, valoriza a participação dos Encarregados de Educação/Pais, promovendo uma comunidade educativa dinâmica e inclusiva.

Em suma, a instituição visa ser um local de convívio, criatividade e intervenção, onde o respeito mútuo, a solidariedade e a participação ativa constituem a base de um ambiente propício à aprendizagem e ao desenvolvimento pessoal. A promoção de valores democráticos, o respeito pela diversidade, a liberdade de expressão e um espírito crítico e construtivo, são considerados os pilares essenciais na formação dos alunos.

1.2. A turma

A turma em que se implementou o projeto de intervenção era constituída por 25 alunos, sendo 12 raparigas e 13 rapazes, com idades compreendidas entre os 7 e os 9 anos.

Caracterizava-se por ser bastante participativa nas atividades propostas e demonstrando bastante interesse e motivação, tendo um bom aproveitamento nas diferentes áreas curriculares.

Durante o período de observação foi possível identificar as principais potencialidades e fragilidades da turma nas diferentes áreas disciplinares. Para tal, recorreu-se à observação com registo de notas de campo, entrevista à PC e testemunhos/conversas informais tidas com a mesma (Tabela 1, retirado do PI para o 1.º CEB).

Tabela 1: *Potencialidades e fragilidades da turma do 3.º ano, 1.º CEB.*

	Potencialidades	Fragilidades
Competências Sociais	- Trabalho a pares	- Cooperação em turma; - Empatia e respeito pelo outro; - Não lidam bem quando são chamados à atenção, - Não reconhecem o erro; - Cumprimento das regras.
Matemática	- Raciocínio Matemático; - Interesse pela Matemática (são facilmente motivados).	- Cálculo Mental.
Português	- Leitura (fluidez e entoação); - Gramática (conjugação de verbos e funções sintáticas).	- Escrita Criativa; - Construção frásica (presos às frases simples).
Estudo do Meio	- Não observado.	- Não observado.
Música	- Reconhecem bem o ritmo da música.	- Não observado.
Educação física	- Não observado.	- Não observado.
Artes Visuais	- Boa motricidade fina – Uso do pincel e linha.	- Interligar o que é pedido com o sentido estético; - Conjugação das cores
Teatro	- Boa expressão facial e motora.	- Gestão das emoções.
Dança	- Capacidade de memorização da sequência da dança.	- Coordenação motora.

1.3. Problematização sumária dos dados recolhidos e identificação da problemática de intervenção

A turma demonstrou desde o início, como referido supra, uma grande motivação para a aprendizagem e gosto por partilhar as suas ideias. No entanto, observou-se alguma conflituosidade, intolerância ao erro (próprio e alheio) e dificuldade em autorregular as suas intervenções. Destacou-se também a dificuldade em analisar e discutir as ideias dos outros, bem como em explicitar de forma clara e aprofundada os seus raciocínios e estratégias, além de regularidades, definições e conceitos específicos nas diversas áreas disciplinares.

Esta caracterização da turma levou à reflexão sobre uma problemática que procurasse desenvolver as aprendizagens em termos de conteúdos conceptuais e procedimentais, mas essencialmente atitudinais (Santana, 2000), ajudando a desenvolver o pensamento crítico, relacionamento interpessoal, empatia, tolerância e cooperação, além do autoconhecimento e desenvolvimento pessoal, competências essenciais para formar cidadãos plenos.

Assim, como problemática de intervenção definiu-se “*Como promover relações interpessoais mais empáticas, através do trabalho cooperativo?*”.

1.3.1 Objetivos gerais:

Tendo em conta as potencialidades e as fragilidades encontradas no ponto anterior e refletindo com a PC, o par definiu como objetivos gerais do PI: **i) Cooperar e trabalhar em equipa; ii) Ser empático e respeitar o outro nas atividades/dinâmicas de sala de aula; iii) Comunicar e desenvolver a escuta ativa.**

Na tabela que se segue, apresentamos os objetos específicos relativos a cada objetivo geral mencionados acima.

Tabela 2: *Objetivos gerais e específicos por área disciplinar*

Área curricular	Objetivos Gerais	Objetivos Específicos
Português	<ul style="list-style-type: none">Cooperar e trabalhar em equipa.	<ul style="list-style-type: none">Desenvolver competências de autorrevisão textual;

	<ul style="list-style-type: none"> • Ser empático e respeitar o outro nas atividades/dinâmicas de sala de aula. • Comunicar e desenvolver a escuta ativa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver competências textuais; • Desenvolver o sentido crítico pela escrita; • Desenvolver a compreensão textual;
Estudo do Meio		<ul style="list-style-type: none"> • Identificar potencialidades e riscos associados ao uso excessivo das tecnologias; • Compreender o movimento de translação e rotação da Terra e da Lua; • Identificar relações de dependência entre os seres vivos, tendo em conta a cadeia alimentar de cada um deles; • Compreender o impacto que os oceanos têm na nossa vida; • Compreender a importância de comportamentos de preservação do ambiente;
Matemática		<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver a capacidade de interpretação de problemas; • Desenvolver a capacidade de seleção da estratégia mais adequada para a resolução de um determinado problema.

1.3.2 Estratégias globais de intervenção e integração curricular:

O principal eixo condutor da nossa intervenção foi a diversificação das tipologias de trabalho, aumentando significativamente as atividades a pares e pequeno grupo.

Apesar de definirmos estratégias por área disciplinar, as atividades implementadas basearam-se numa perspetiva interdisciplinar. Tendo em conta que a principal fragilidade da turma e a questão problemática delineada é propícia ao mesmo, as estratégias globais para o trabalho realizado nas aulas, foram:

Tabela 3: *Estratégias globais de intervenção*

Objetivo geral	Estratégia global de trabalho
----------------	-------------------------------

<p>Cooperar e trabalhar em equipa;</p>	<p>Português</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabalho cooperativo a pares, em grupos e em grande grupo; <p>Estudo do Meio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aprendizagem com recurso às TIC's; - Atividades Experimentais; <p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> - Partilha e discussão em grande grupo de atividades matemáticas; - Jogos de estratégia e cálculo; <p>Expressões Artísticas e Educação Física</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jogos de Equipa; - Trabalhos de projetos interdisciplinares em grupo;
<p>Ser empático e respeitar o outro nas atividades/dinâmicas de sala de aula;</p>	<p>Português</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabalho cooperativo a pares, em grupos e em grande grupo; - Recurso a obras literárias que promovam a reflexão de respeito e empatia; <p>Estudo do Meio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atividades Experimentais (cumprimento das regras); <p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> - Partilha e discussão em grande grupo de atividades matemáticas; - Trabalho cooperativo a pares, em grupos e em grande grupo; <p>Expressões Artísticas e Educação Física</p> <ul style="list-style-type: none"> - Role-Play; - Cumprimento de regras nos jogos; - Dinâmica “Consegues calçar os meus sapatos?”;
<p>Comunicar e desenvolver a escuta ativa.</p>	<p>Português</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trabalho cooperativo a pares, em grupos e em grande grupo; - Interpretação da obra através da discussão coletiva; - Revisão de Texto por outros pares (aceitar a crítica e sugestões dos colegas); <p>Estudo do Meio</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atividades Experimentais (apresentação e discussão dos resultados); - Discussão coletiva em grande grupo; <p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> - Partilha e discussão em grande grupo de atividades matemáticas; - Trabalho cooperativo a pares, em grupos e em grande grupo; <p>Expressões Artísticas e Educação Física</p> <ul style="list-style-type: none"> - Jogos de comunicação;

1.3.3 Atividades implementadas

Durante a intervenção foram mantidas as rotinas já existentes e introduzida uma nova: o “Problema da Semana”. Além disso, alterámos a dinâmica habitual das tarefas, que anteriormente eram realizadas individualmente, privilegiando o trabalho em pares e/ou pequenos grupos.

As diversas atividades realizadas foram desenhadas para atingir os objetivos relacionados com o trabalho colaborativo, como contribuir para o trabalho em grupo, dar e aceitar sugestões, compartilhar e discutir ideias, justificar ideias, estratégias e raciocínios, escutar os outros e comentar o trabalho dos colegas. Além destes, foram estabelecidos objetivos específicos para cada tarefa e conteúdo.

Destacamos, como estratégia global de intervenção, o nosso papel como mediadoras da discussão coletiva e orientadoras do trabalho colaborativo. A nossa principal preocupação foi garantir a participação de todos os alunos, mantendo-os envolvidos tanto na tarefa quanto nas discussões. Esforçámo-nos para dar voz a todos, aprimorando a qualidade das suas intervenções através de variados tipos de questionamento, como focalização, inquirição ou confirmação, conforme sugerido por Silva (2013) no contexto da discussão no ensino da matemática, mas que extrapolamos para as diversas áreas.

Monitorizámos o trabalho de grupo para assegurar que todos os alunos estivessem envolvidos nas tarefas e se ajudassem mutuamente, promovendo a troca de ideias, a comunicação e o respeito mútuo. Reforçámos os diferentes modos de trabalhar em grupo, destacando que existem várias formas de participação, onde nem todos precisam fazer o mesmo ou na mesma quantidade.

Devido às dificuldades observadas na leitura e escrita, dedicamos um esforço significativo às tarefas de português, com maior foco na educação literária e escrita. Todas as semanas, planeámos momentos específicos para a escrita de textos, utilizando indutores, grelhas de planificação para organização das ideias, grelhas de revisão a pares e produção de diferentes géneros textuais (narrativo, convite, carta). Além disso,

realizámos recontos em grande grupo, envolvendo todos os alunos no processo de revisão e melhoramento. Complementámos estas atividades com fichas de trabalho, que incluíam perguntas de antecipação, de interpretação e gramática.

De uma forma global, procurámos implementar práticas ativas de ensino, estruturando as aulas com atividades que exigiam o envolvimento direto dos alunos. Utilizámos discussões, trabalhos em pequenos grupos e análise de diversos materiais/dispositivos tecnológicos para incentivar os alunos a formarem o seu próprio entendimento de forma cooperativa, aprimorando as suas capacidades de análise, de crítica e de debate. Esta metodologia visa não apenas o domínio dos conteúdos curriculares, mas também o desenvolvimento de competências fundamentais para uma participação cidadã consciente e ativa. Demos ainda especial atenção à contextualização dos conteúdos, estabelecendo conexões entre os temas abordados em sala de aula, questões atuais, experiências de vida dos alunos e as suas conceções alternativas sobre determinados assuntos.

Em suma, as práticas adotadas tiveram como objetivo principal criar um ambiente educativo dinâmico, interativo e significativo, onde os alunos são encorajados a explorar, questionar e participar ativamente no seu processo de aprendizagem, preparando-os não apenas para os desafios inerentes à aprendizagem e desenvolvimento escolar, mas também para a vida em sociedade, sempre numa perspetiva de respeito e empatia pelos colegas.

1.3.4 Avaliação e regulação das aprendizagens

Quanto aos métodos de avaliação e regulação da aprendizagem, foi dada preferência às grelhas de observação, que foram preenchidas diariamente, durante ou no final de cada sessão, com base em observações diretas realizadas durante a aula. Estas grelhas abrangeram não apenas a demonstração do conhecimento adquirido, mas também as atitudes observadas na sala de aula, incluindo a participação e o comportamento. Além disso, foi feita uma análise das produções escritas dos alunos, bem como a análise da contribuição dada nos exercícios e tarefas realizadas ao longo da intervenção, de forma a fornecer feedback aos alunos e também para regular e ajustar a nossa ação. Em

colaboração com a professora cooperante (PC), foram também elaboradas fichas de avaliação formativa para aplicação nas duas turmas do 3.º ano e de avaliação sumativa, incluindo a definição dos critérios de correção e das cotações.

Para avaliar o plano de intervenção e a concretização dos objetivos delineados, foram concebidas grelhas de avaliação em que contemplámos o conjunto de indicadores de avaliação formulados aquando da construção dos objetivos (Anexo A). As grelhas foram preenchidas com base nas grelhas de observação e das notas de campo.

2. DESCRIÇÃO SINTÉTICA DA PRÁTICA PEDAGÓGICA DESENVOLVIDA NO CONTEXTO DO 2.º CICLO

Conscientes de que o processo de aprendizagem dos alunos é efetivo apenas quando eles encontram significado no conteúdo/conceitos, o nosso objetivo durante a prática pedagógica foi guiar as turmas rumo à aprendizagem dos conteúdos curriculares, abrangendo não apenas o aspecto cognitivo, mas também as dimensões emocional e afetiva, através de uma abordagem socioconstrutivista. Nesta abordagem, os alunos são vistos como construtores ativos do próprio conhecimento, com o professor atuando como um facilitador desse processo. Empenhámo-nos em adotar uma metodologia focada no aluno, que estimula o desenvolvimento do raciocínio científico e do pensamento crítico.

2.1. Finalidades educativas da instituição cooperante

Através da análise do Projeto Educativo do Agrupamento (PEA) 2022-2026, percebemos que este revela uma estrutura abrangente e ambiciosa que visa promover uma educação integral, inclusiva e sustentável. Este PEA é centrado em valores como humanismo, inclusão, respeito e sustentabilidade, destacando a importância de responder às necessidades da vida social, formando cidadãos autónomos, responsáveis e solidários.

A ênfase é colocada na criação de um ambiente educativo que valoriza a aprendizagem dinâmica e estimuladora, reconhecendo a diversidade dos alunos e promovendo a equidade, flexibilidade e inovação. A oferta educativa procura ser flexível e adaptada aos desafios da globalização, digitalização, desenvolvimento sustentável e formação integral dos alunos, indicando um esforço para preparar os jovens para serem cidadãos competentes tanto local quanto globalmente.

No geral, o projeto educativo desta instituição destaca-se pela sua visão de futuro e pela busca de uma ação educativa que promova o sucesso escolar, a consciência social e a eficácia interna, envolvendo todos os membros da comunidade educativa na realização destes objetivos.

2.2. As turmas

A prática pedagógica foi desenvolvida com duas turmas do 6º ano, sob a tutela de duas Professoras Cooperantes em cada turma, em que cada uma assegurava as disciplinas de Matemática de uma turma e de Ciências Naturais da outra turma, com modelos pedagógicos bastante diferentes.

A turma A é composta por 24 alunos, 9 raparigas e 15 rapazes, todos na faixa etária de 11 a 12 anos. Dentre esses, dois possuem um Relatório Técnico-Pedagógico (RTP), com medidas seletivas de suporte à aprendizagem: um aluno referenciado com défice de atenção e concentração e o outro com complexidades psicomotoras. Há ainda três alunos que beneficiam de medidas universais. Em Matemática, um professor de Educação Especial fornece apoio individualizado aos alunos com medidas seletivas, permanecendo na sala uma vez por semana. Apesar de alguns alunos apresentarem dificuldades específicas em Matemática e Ciências Naturais, a turma, como um todo, é diligente e participativa, com um núcleo de cerca de 10 alunos mostrando maior envolvimento e intervenção nas atividades e discussões propostas.

Quanto à turma D, constituída também por 24 alunos (10 meninas e 14 meninos), com idades entre 11 e 12 anos. Neste grupo, 11 alunos têm adaptações ao processo de avaliação e acomodações curriculares, sendo que 7 têm medidas universais e 4 medidas universais e seletivas. Conforme observado, esta turma caracteriza-se por ser bastante conversadora, tendendo a dispersar-se com facilidade durante as discussões em grande grupo. Alguns alunos mostram-se desafiadores, interrompendo e perturbando o fluxo das aulas. Em termos de aproveitamento escolar, embora existam alunos que se sobressaem positivamente neste aspeto, a turma na sua grande maioria enfrenta desafios significativos em todas as disciplinas observadas. No entanto, as atividades mais interativas e dinâmicas tendem a motivar uma participação ativa e um interesse visível pela aprendizagem entre a maioria dos alunos.

2.3. Problematização sumária dos dados recolhidos e identificação da problemática de intervenção

A problemática de intervenção surgiu com base nas potencialidades e fragilidades identificadas nas duas turmas, sendo definida como questão-problema “*Que estratégias e práticas pedagógicas podem ser utilizadas de forma a promover a discussão coletiva?*”. Desta questão surgem, então, as seguintes questões secundárias:

- i) De que forma podemos ajustar as dinâmicas de comunicação para incentivar os alunos a se envolverem ativamente nos processos de raciocínio e estratégias dos colegas?

- ii) Como desenvolver as competências de justificação, argumentação e discussão entre alunos?
- iii) Como integrar as atividades práticas como estratégia para fomentar a discussão coletiva e a colaboração entre os alunos num ambiente de aprendizagem ativa?

A partir da problematização, elaborámos os objetivos gerais e específicos do nosso PI, que apresentamos abaixo.

2.3.1 Objetivos gerais e específicos:

Tabela 4: *Objetivos gerais e específicos por área disciplinar*

Área curricular	Objetivos Gerais	Objetivos Específicos
Ciências Naturais	- Promover o respeito, a escuta e a compreensão do ponto de vista do outro. -Melhorar as competências comunicativas.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar constituição e funcionalidade do Sistema Excretor e Sistema Reprodutor; • Identificar comportamentos e hábitos de vida que comprometem a saúde; • Compreender as alterações fisiológicas próprias do crescimento e puberdade;
Matemática	- Fomentar competências de organização e registo do raciocínio. -Desenvolver o pensamento crítico (argumentação e justificação).	<ul style="list-style-type: none"> • Compreender o significado de fração, interpretar problemas e realizar cálculos com frações; • Desenvolver compreensão do conceito de volume, seguindo uma trajetória de aprendizagem; • Interpretar e modelar situações que envolvam volumes de paralelepípedos e cilindros ou sólidos decomponíveis em paralelepípedos e cilindros, e resolver problemas associados.

2.3.2 Estratégias globais de intervenção e integração curricular:

Na tabela que se segue (Tabela 5), situam-se as estratégias globais de trabalho para cada objetivo geral do PI. Explicitam-se estas estratégias a partir da apresentação sintetizada das tarefas a propor aos alunos e tendo em consideração a área curricular em que as mesmas se inserem.

Tabela 5: Estratégias globais de trabalho em cada área curricular

Objetivo geral	Estratégia geral de trabalho
Promover o respeito, a escuta e a compreensão do ponto de vista do outro.	<p>Ciências Naturais</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discussão coletiva em cada atividade; - Apresentação de trabalhos; <p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> - Discussão e justificação de estratégias das atividades; - Criar desafios matemáticos que requerem trabalho em equipa, promovendo a escuta ativa e a valorização das estratégias dos colegas para a resolução de problemas;
Melhorar as competências comunicativas.	<p>Ciências Naturais</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chuva de ideias; - Comunicações Orais (formais e informais); <p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar atividades que estimulem a comunicação matemática, como apresentações de problemas resolvidos explicando conceitos matemáticos, estratégias e raciocínios envolvidos; - Comentar as resoluções dos colegas;
Fomentar competências de organização e registo do raciocínio.	<p>Ciências Naturais</p> <ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver projetos/trabalhos de grupo que envolvam a colheita, análise e apresentação de dados sobre processos naturais, melhorando a capacidade de comunicação científica. - Incentivar o uso do método científico em atividades experimentais/laboratoriais, para que os alunos possam formular hipóteses, fazer previsões, recolher e analisar dados, trabalhando coletivamente e desenvolvendo o pensamento crítico. <p>Matemática</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar atividades que estimulem a comunicação matemática, como apresentações de problemas resolvidos explicando conceitos matemáticos, estratégias e raciocínios envolvidos.
Desenvolver o pensamento crítico (argumentação e justificação).	<p>Ciências Naturais</p> <ul style="list-style-type: none"> - Promover atividades de investigação que encorajem os alunos a explorar e apresentar diversos sistemas/processos vitais do ser humano, fomentando o respeito e a valorização da diversidade. - Recorrer a atividades exploratórias e laboratoriais que incentivem os alunos a cooperar, a discutir coletivamente, a aprofundar a compreensão dos

	conceitos/conteúdos curriculares e a estimular a curiosidade e o pensamento crítico. Matemática - Organizar sessões de jogos matemáticos ou <i>puzzles</i> que encorajem a discussão coletiva, aprofundando a compreensão e o raciocínio lógico-matemático.
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tendo em conta que a principal fragilidade da turma e a questão problemática delineada é propícia ao mesmo, o par desenvolveu as atividades numa ótica de integração curricular e interdisciplinaridade, seguindo-se (Tabela 6), algumas estratégias para o trabalho que foi realizado nas aulas de Ciências Naturais e Matemática, relativamente às áreas do saber de Cidadania e Português.

Tabela 6: *Estratégias globais de trabalho e integração curricular*

Áreas Curriculares	Estratégia global de trabalho e integração curricular
Cidadania	<ul style="list-style-type: none"> - Promoção de hábitos de vida saudáveis; - Consciencialização dos riscos e comportamentos que podem pôr em causa a saúde e bem-estar; - Promoção da responsabilidade civil.
Português	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura, interpretação e registo de informação/dados; - apresentações orais dos temas a lecionar e discussão de estratégias e raciocínios (argumentação e justificação); - Justificação escrita de opiniões; - Preenchimento dos guiões das atividades experimentais.

2.3.3 Atividades implementadas

De acordo com a problemática definida no Plano de Intervenção (PI), estruturámos a nossa intervenção em três momentos principais, em ambas as turmas e nas duas áreas disciplinares: i) introdução - ativar os conhecimentos prévios dos alunos e partir deles para a construção de novos conhecimentos; ii) durante a atividade/tarefa - incentivar a cooperação e a discussão entre os pares para que estruturassem seu raciocínio; iii) finalização - sistematização e avaliação do trabalho realizado.

Procurámos garantir a participação de todos os alunos, mantendo-os envolvidos tanto nas tarefas quanto nas discussões. Além disso, trabalhámos para desenvolver uma metalinguagem específica para cada área abordada, direcionando o discurso dos alunos para os conteúdos e processos trabalhados, evitando conflitos relacionados com o trabalho em grupo.

Na gestão das discussões, incentivámos outros alunos a acrescentarem ou responderem a perguntas, evitando que a interação se limitasse apenas entre o aluno focal e a professora. Fizemos um esforço constante para supervisionar o trabalho em grupo, assegurando a participação ativa de todos, promovendo o suporte mútuo e a troca de ideias. Para coordenar as intervenções durante as discussões em grupo, explorámos diversas táticas para superar os desafios encontrados. Permitimos a participação de cada aluno de maneira inclusiva, evitando seguir uma ordem estabelecida, valorizando as contribuições espontâneas, que muitas vezes enriqueciam o debate coletivo.

Durante a nossa atuação, priorizamos o processo de aprendizagem em detrimento do resultado final. As estratégias adotadas nas áreas curriculares específicas foram implementadas em ambas as turmas de forma idêntica, com exceção da disciplina de Matemática, uma vez que as potencialidades e fragilidades diagnosticadas convergiram numa problemática global e transversal.

Na disciplina de Ciências Naturais (CN), os conteúdos foram introduzidos utilizando ferramentas digitais para visualização, exploração e manipulação de modelos anatómicos em 3D nos telemóveis dos alunos, além de *Mentimeter* para tratar questões de sexualidade, privacidade e intimidade, eliminando o fator "timidez/vergonha". Utilizámos jogos para capitalizar o espírito competitivo dos alunos e promover a aprendizagem (olimpíadas, "*Pictionary*", "puzzle"/organização de cartões relacionados ao ciclo uterino e ovulatório). Foram também realizados mapas conceituais que se articulavam com os conteúdos abordados nos *PowerPoints* apresentados, visualização de vídeos e construção de maquetes pelos alunos como projetos de grupo. Em ambas as turmas, abandonámos o uso do manual em sala de aula, que passou a ser utilizado como ferramenta de estudo em casa, junto dos materiais que os alunos construíram/produziram. Esta abordagem resultou em aulas interativas, com muita participação, cooperação e promoção do respeito e empatia.

No que concerne à disciplina de Matemática, as estratégias adotadas já diferiram um pouco entre as turmas devido aos modelos pedagógicos distintos das professoras cooperantes. Numa turma foi solicitado o uso constante do manual e caderno de atividades seguindo a sequência de conteúdos de acordo com o manual, enquanto que na outra turma foi possível implementar diferentes métodos pedagógicos e uma trajetória de aprendizagem específica e de acordo com a investigação apresentada na Parte II deste relatório. Ainda assim, foi possível implementar tarefas de exploração e discussão utilizando exercícios do manual adaptados para potencializar a compreensão dos conceitos, mais do que o conhecimento procedimental. A utilização de uma trajetória de aprendizagem específica e focada na compreensão da grandeza volume através de tarefas exploratórias e de investigação/experimentação resultou em melhorias na aprendizagem, interesse, motivação e envolvimento dos alunos, como será descrita no capítulo referente à metodologia.

2.3.4 Avaliação e Regulação das Aprendizagens

Relativamente aos instrumentos de avaliação do trabalho de aprendizagem, foram privilegiadas as grelhas de observação, preenchidas diariamente, com base nas observações diretas realizadas ao longo das aulas.

A avaliação formativa funcionou como uma ferramenta para fomentar a reflexão contínua e o desenvolvimento pessoal dos alunos. Através de um feedback regular e positivo, estimulámos os alunos a refletirem sobre a sua evolução, a reconhecerem os pontos a melhorar e a elaborarem estratégias para superar obstáculos, promovendo assim uma aprendizagem autodirigida, autorregulada e consciente. O feedback foi fornecido de forma contínua e frequente durante as aulas e desenvolvimento de tarefas, não se limitando a momentos específicos como avaliações finais ou intermédias. Este carácter regular permitiu que os alunos acompanhassem o seu progresso, ajustando as suas estratégias conforme necessário. Além de apontarmos áreas de melhoria, procurámos destacar as conquistas e progressos, incentivando os alunos a manterem o seu esforço e dedicação. Intentámos que o feedback dado fosse detalhado e focado em aspetos

específicos do desempenho do aluno e que incluísse sugestões sobre como podiam melhorar.

Adicionalmente, em acordo com as professoras cooperantes (PC's), foi realizada uma ficha de avaliação sumativa coincidente com o término da Unidade Temática e com as avaliações intercalares do 2º semestre. As fichas de avaliação foram revistas pelas PC's, e foram construídas grelhas de cotação e critérios de correção, assim como uma matriz que foi publicada na “*Classroom*” de cada turma e disciplina, às quais tivemos acesso.

Para avaliar a implementação e do PI traçado, foram criadas grelhas de avaliação que contemplaram os indicadores de avaliação formulados aquando da construção dos objetivos (Anexo B). As grelhas foram preenchidas com o auxílio das grelhas de observação direta e da análise das notas de campo.

3. ANÁLISE REFLEXIVA DA PRÁTICA OCORRIDA EM AMBOS OS CICLOS DE ENSINO

| | ' ' | | ' ' |

Realizar a Prática de Ensino Supervisionado (PES) em dois ciclos de ensino e contextos distintos exige uma análise comparativa. Esta experiência exigiu uma adaptação às turmas, ao funcionamento específico de cada ciclo e às expectativas das diferentes Professoras Cooperantes (PC's), requerendo uma flexibilidade que será proveitosa em futuros contextos profissionais. Este capítulo tem como objetivo analisar estas práticas, abordando o desenvolvimento e competências esperadas dos alunos, os métodos de ensino e aprendizagem utilizados na organização e desenvolvimento do currículo, a relação pedagógica e os processos de regulação e avaliação das aprendizagens e dos comportamentos sociais.

A prática pedagógica desenvolvida tanto no âmbito do 1.º e do 2.º CEB, teve como objetivo integrar o conhecimento teórico adquirido durante o curso com a prática educativa em sala de aula. Ambas as intervenções foram baseadas em planos estruturados e projetados com base nas potencialidades e fragilidades apresentadas pelos alunos, observações diretas e avaliação contínua das aprendizagens, com o intuito de promover o desenvolvimento integral dos alunos.

3.1 Desenvolvimento dos alunos

Para refletir sobre as competências esperadas dos alunos nos dois ciclos de ensino, é importante primeiramente caracterizá-los quanto ao seu estágio de desenvolvimento cognitivo à luz das diferentes teorias de desenvolvimento estudadas.

Os alunos do 3.º ano, com média de idade de 9 anos, encontram-se na fase das operações concretas e desenvolvem sentimentos morais e sociais de cooperação, conforme descrito por Piaget (1970). De acordo com Bruner (1999), encontram-se no período simbólico. Cognitivamente, estes alunos são capazes de resolver problemas sem depender tanto de informações perceptivas, utilizando categorias gerais ou simbólicas. Começam a descentralizar-se em termos representativos (e não perceptivos) e a considerar várias perspetivas. Além disso, estão também a desenvolver a capacidade de fazer regulações e ajustes operatórios, desenvolvendo o seu pensamento metacognitivo.

Com a intervenção e a implementação do PI, foi possível verificar que a turma, de uma maneira geral, apresentou dificuldades na transição entre representações concretas e simbólicas, o que pode ser atribuído a práticas pedagógicas pouco contextualizadas e à

falta de uma transição gradual. Apesar disso, mostraram uma vontade natural de participar nas tarefas, embora com bastante dificuldade em analisar e integrar a perspectiva dos outros. Durante a nossa prática, observámos algumas melhorias nesta área. É importante mencionar que a turma apresentou um nível de desenvolvimento muito satisfatório, refletindo o envolvimento das famílias no acompanhamento da vida escolar e nos estímulos fornecidos fora da escola.

Por outro lado, os alunos do 6.º ano, com média de idade de 12 anos, estão em transição para o pensamento formal, abstrato e hipotético-dedutivo, sendo capazes de resolver problemas sem a necessidade de observação direta do concreto. Nesta fase, os pré-adolescentes experimentam um último estágio de egocentrismo, caracterizado pela sensação de que as suas reflexões são onipotentes, como se o mundo se devesse submeter aos seus sistemas de pensamento, ao invés de ajustarem esses sistemas à realidade. Neste estágio encontram-se também em busca de definir e construir as suas personalidades (Piaget, 1970).

Embora estes alunos tenham facilidade em compreender conceitos abstratos e relações de causa-efeito, mostraram um maior envolvimento nas atividades que relacionavam conceitos com as suas próprias experiências e perspectivas individuais. A vontade de trabalhar em grupo foi evidente. A turma demonstrou maior envolvimento e motivação para a escola e aprendizagem com a alteração das estratégias pedagógicas implementadas.

3.2 Métodos de ensino e aprendizagem

Relativamente aos processos de organização e desenvolvimento do currículo, é fundamental considerar as diferenças entre o 1.º e o 2.º CEB.

No 2.º CEB, as disciplinas são formalmente segmentadas em horários distintos e de curta duração (45 minutos ou blocos de 90 minutos). Embora as professoras cooperantes (PC's) lecionassem tanto Matemática quanto Ciências Naturais em cada turma, a gestão curricular era realizada sem articulação entre ambas e seguia linearmente a planificação estabelecida em conjunto pelos docentes do mesmo departamento para todo o período letivo. Durante a nossa intervenção, fomos obrigadas a seguir este mesmo tipo de gestão curricular, além de lidar com a urgência de cobrir o máximo de conteúdos

possível. Isso exigiu adaptação e a criação de estratégias para cumprir os tempos e os conteúdos estabelecidos, utilizando propostas de aprendizagem diferentes. Procurámos romper com um ensino puramente expositivo, implementando atividades mais investigativas e exploratórias, colocando os alunos no centro da aprendizagem, promovendo frequentemente a cooperação entre os pares. O uso de tecnologias educativas foram elementos-chave, visando uma aprendizagem mais dinâmica e contextualizada.

Em contraste, no 1.º CEB, há uma docente generalista e um horário contínuo que permite uma gestão mais flexível. Porém, não havia integração curricular nem abordagem às expressões artísticas. A gestão do currículo seguia a disposição dos conteúdos nos manuais escolares, mas com alguma flexibilidade ou adaptação, conforme o que pretendíamos implementar. Entretanto, a nossa intervenção ocorreu no final do ano letivo, quando a maioria dos conteúdos planeados já haviam sido abordados pela PC, mas ainda alguns que teríamos de abordar em tempo útil das avaliações sumativas. Portanto, a liberdade que nos foi concedida teve de ser aliada à gestão do currículo de forma ponderada, flexível e integrada, focando as dificuldades dos alunos e as competências ainda a serem desenvolvidas. A dificuldade aqui, em comparação com o 2.º CEB, foi planejar de forma equilibrada, respeitando o ritmo dos alunos – os seus tempos de concentração, assimilação e acomodação (Roldão, 2009).

Em ambos os casos, foi crucial considerar os interesses e vivências dos alunos para despertar a sua curiosidade e autoconfiança, proporcionando uma aprendizagem mais significativa, dando apoio e desafiando-os simultaneamente.

3.3 Relação pedagógica

Independentemente do contexto e nível de ensino, para que a implementação do plano de intervenção seja bem sucedida e que se realizem as atividades delineadas, é crucial conhecer bem a turma e desenvolver uma relação próxima, de empatia e confiança. Neste sentido, o período de observação constitui-se como um momento preponderante para o fazer, além da caracterização do grupo que teremos à nossa frente. Apesar de que foi durante a intervenção e interação frequente com os alunos que fui desenvolvendo essa relação e sentido de cooperação e que esse conhecimento da turma se aprofundou e efetivou. Nesta perspetiva, ainda que tenha sido possível estabelecer uma relação

empática e de cooperação com ambos os grupos (1.º e 2.º CEB), esta foi, a título pessoal, substancialmente diferente nos dois contextos.

A relação pedagógica no 1.º CEB foi caracterizada por um ambiente acolhedor e colaborativo, onde a comunicação aberta entre alunos e professores foi encorajada, porém a relação construída não foi tão próxima e homogénea como no 2.º CEB, muito pela constante necessidade de interromper as tarefas para mediar situações de conflito e indisciplina dos alunos.

No 2.º CEB, a relação pedagógica foi marcada pela promoção da autonomia e do pensamento crítico. A interação entre os alunos e professor foi baseada na confiança e no respeito mútuo, com um grande enfoque na construção de um ambiente de aprendizagem colaborativo e inclusivo. Neste ciclo, devido à faixa etária dos alunos, é comum surgirem mais problemas de indisciplina. Conforme Piaget (1977), enquanto "a criança cria para si um mundo à parte, numa escala menor do que o mundo dos adultos", o adolescente "coloca-se em igualdade com os mais velhos, ainda que se sinta diferente... quer superá-los e impressioná-los" (p. 97). Contrariamente ao que seria espectável, estas características não se evidenciaram, pelo contrário, o clima estabelecido em sala de aula foi de tal forma motivador e com sentido de pertença, que os alunos questionavam e expunham as suas curiosidades de forma muito tranquila e demonstrando motivação para aprender mais do que se estabelecia como objetivos da aula. Isto também exigiu uma preparação aprofundada dos conteúdos e flexibilidade na dinâmica de sala de aula, permitindo que pudesse fazer uso da minha experiência profissional passada, na área das ciências (saúde).

3.4 Processos de avaliação e regulação das aprendizagens

No que diz respeito aos processos de regulação e avaliação das aprendizagens, observou-se que, em ambos os ciclos, predominava a avaliação sumativa. No entanto, também foram considerados, embora com menor peso, os trabalhos de grupo (no caso do 6.º ano) e algumas fichas intercalares ou fichas de trabalho (no caso do 3.º ano), para a avaliação formativa.

Reconhecendo que a avaliação deve ser sistematizada, interrelacionada com os conteúdos e personalizada para cada aluno, intentámos promover uma relação de

colaboração e suporte mútuo no desenvolvimento/aprendizagem do aluno em ambos os ciclos, apesar do modelo seguido pelas professoras cooperantes ser predominantemente sumativo. Assim, não foi possível diversificar os instrumentos de avaliação e modos de avaliação, nem tão pouco aplicar instrumentos de pilotagem do trabalho.

II PARTE – ESTUDO EMPÍRICO

| ' ' | | ' ' |

1. APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

| | ' ' | | | ' ' |

1.1. Contextualização e motivação do estudo

Entre os diversos conceitos transmitidos/trabalhados na disciplina de matemática no 6.º ano de escolaridade, a compreensão das grandezas, particularmente o volume, é fundamental. Assim, enquadrado no contexto de Prática de Ensino Supervisionada II, no 2.º CEB, surge este estudo empírico que visa investigar como a trajetória de aprendizagem influencia a compreensão do conceito de volume.

A escolha de investigar esta temática não foi feita de forma aleatória, mas sim fundamentada numa série de motivações pessoais e profissionais que refletem uma afinidade especial para o ensino no 2.º ciclo do ensino básico.

Esta fase de aprendizagem, que compreende os alunos entre os 10 e 12 anos, é uma etapa de transição crucial na sua vida escolar. Nesta idade, os alunos estão num estadio de desenvolvimento cognitivo em que começam a formar conexões mais abstratas e a aplicar conceitos de forma mais complexa. A compreensão de conceitos matemáticos fundamentais, como o volume, serve como base para a aprendizagem futura e pode influenciar positivamente o seu desempenho no percurso escolar (Piaget, 1970).

O conceito de volume oferece uma oportunidade para o uso de estratégias pedagógicas diversificadas, incluindo atividades práticas, uso de materiais manipuláveis e tecnologia educativa, que não só facilitam a compreensão, mas também tornam a aprendizagem mais envolvente e significativa para os alunos. Garantir que os alunos adquirem uma compreensão sólida deste conceito pode melhorar a sua capacidade de resolver problemas e aplicar os conhecimentos em situações do mundo real. No contexto educativo atual, há uma crescente procura por estratégias de ensino que não transmitam apenas conhecimento, mas que também promovam capacidades de pensamento crítico e resolução de problemas. O conceito de volume, com a sua aplicabilidade evidente, é ideal para explorar abordagens que integrem teoria e prática de forma eficaz.

A motivação para este estudo é então enraizada numa combinação de preferências pessoais e na importância do tema, o que conduziu à reflexão e revisão bibliográfica acerca do mesmo e a conceber uma trajetória de aprendizagem meticulosamente estruturada, com tarefas específicas e numa determinada sequência, com o objetivo de proporcionar a compreensão do tópico em questão.

1.2. Questões de investigação e objetivos do estudo

A investigação proposta pretende explorar os contributos de uma trajetória de aprendizagem que valoriza a compreensão do conceito de volume pelos alunos. Para alcançar este propósito, é fundamental identificar as aprendizagens demonstradas pelos alunos e as dificuldades que encontraram durante o processo.

Deste modo, identificou-se como objetivo geral do estudo: *Identificar quais os contributos de uma trajetória de aprendizagem que valoriza a compreensão do conceito de volume pelos alunos*. Do objetivo geral emergem como objetivos específicos:

- i) Identificar as aprendizagens evidenciadas pelos alunos do ponto de vista do conhecimento conceptual e procedimental;
- ii) Reconhecer as maiores dificuldades apresentadas pelos alunos na compreensão do conceito de volume.

A investigação procurará dar resposta às seguintes questões de investigação: i) Que aprendizagens são evidenciadas pelos alunos do ponto de vista do conhecimento conceptual e procedimental em relação ao conceito de volume?; e ii) Quais as maiores dificuldades apresentadas pelos alunos na compreensão do conceito de volume?.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

| | ' ' | | ' '

No presente capítulo será apresentado o quadro conceptual que suporta o estudo realizado e que, segundo Creswell (2014), atua como uma "lente" através da qual o investigador pode ver e interpretar o fenómeno estudado. Assim, será apresentada uma revisão dos conceitos e temas essenciais relacionados com a problemática: i) Conceitos fundamentais da grandeza volume; ii) Teorias de aprendizagem relacionadas com o volume; iii) Conhecimento conceptual e procedimental; iv) Métodos de ensino do conceito de volume; v) Dificuldades na compreensão do volume.

2.1. Conceitos fundamentais de volume

A compreensão do conceito de volume é um elemento central tanto no ensino da matemática quanto nas ciências físicas, essencial para a aplicação prática e teórica em diversas disciplinas. O volume é definido como a quantidade de espaço tridimensional que um objeto ocupa, uma medida que se aplica a sólidos, líquidos e gases. Este conceito, apesar de simples, é fortemente influenciado pela compreensão espacial e a capacidade de visualização geométrica dos alunos (Hiebert & Carpenter, 1992).

Conforme Piaget (1970), o desenvolvimento da noção de volume ocorre no estágio operatório-concreto, quando as crianças começam a pensar logicamente sobre os objetos físicos e as suas propriedades. Começam a compreender a conservação e a reversibilidade, noções essenciais para a compreensão do volume e que segundo o autor, são dois conceitos-chave no desenvolvimento cognitivo. A conservação refere-se à compreensão de que certas propriedades de um objeto permanecem constantes mesmo quando a sua aparência externa muda. A reversibilidade é a capacidade de perceber que certas operações podem ser invertidas para regressar ao estado original. No contexto do volume, estas noções permitem que as crianças compreendam que, por exemplo, a quantidade de líquido num recipiente permanece a mesma, mesmo quando é transferida para um recipiente com uma forma diferente. Da mesma forma, a reversibilidade é evidenciada quando as crianças reconhecem que ao desmontar um sólido em cubos e depois reconstruí-lo, o volume do sólido permanece inalterado, independentemente da ordem em que os cubos são reorganizados.

Battista (2003) aponta para o facto de que a compreensão do volume vai além da memorização e aplicação de fórmulas e, portanto, os alunos devem desenvolver a

capacidade de decompor e recompor objetos tridimensionais mentalmente, para conseguirem obter um entendimento profundo desta grandeza, especialmente nos primeiros anos do ensino básico.

As unidades de medida convencionais, como metros cúbicos (m^3) e litros (l), desempenham um papel fundamental na aplicação prática deste conceito. A aquisição do conhecimento destas medidas permite realizar conversões entre diferentes unidades e a aplicação do conceito de volume em contextos variados. Bishop (1988) destaca a importância da compreensão das unidades de medida e as suas conversões não apenas para resolver problemas matemáticos, mas também para aplicações práticas em ciências, engenharia e na vida quotidiana. Já Battista (1999) ressalta que a compreensão das unidades de medida está intimamente ligada à capacidade dos alunos visualizarem e manipularem mentalmente estruturas tridimensionais. Esta capacidade é muitas vezes subdesenvolvida em ambientes de aprendizagem mais tradicionais, baseados em métodos transmissivos, o que aponta para a necessidade de se adotar metodologias de ensino que enfatizem a visualização e a manipulação prática de objetos tridimensionais.

2.2. A aprendizagem do volume

A compreensão do volume pode ser estudada à luz de diversas teorias de aprendizagem. Segundo Piaget (1970), tal como referido acima, o desenvolvimento cognitivo das crianças ocorre em estágios sequenciais, sendo que este é caracterizado pelo desenvolvimento da lógica matemática e pela capacidade de realizar operações mentais sobre objetos físicos.

A teoria socioconstrutivista de Vygotsky (1978) oferece uma perspetiva complementar, enfatizando a importância da interação social e da mediação cultural no desenvolvimento cognitivo. Segundo Vygotsky, a aprendizagem ocorre através da interação social e da partilha de ferramentas culturais, como a linguagem e símbolos matemáticos. A zona de desenvolvimento proximal (ZDP) é um conceito central na teoria do autor, referindo-se à distância entre o que a criança pode fazer sozinha e o que pode fazer com a ajuda de um adulto ou de colegas mais experientes. No contexto do ensino de volume, isto significa que as atividades colaborativas e o apoio/mediação do professor são essenciais para ajudar o aluno a compreender este conceito.

Segundo Battista (2007), o desenvolvimento do pensamento geométrico e espacial é um processo contínuo que começa na infância e desenvolve-se ao longo da vida. Este desenvolvimento é essencial para a capacidade de compreender e trabalhar com o volume, pois permite que os alunos sejam capazes de visualizar objetos tridimensionais e compreender suas propriedades e relações. Nos estudos realizados, Battista (2003) observa que muitos alunos têm dificuldade em visualizar e manipular mentalmente estruturas tridimensionais, o que pode conduzir a uma confusão entre volume e outras grandezas, como a área e o perímetro. Além disso, a transição do pensamento bidimensional para o tridimensional é um salto cognitivo significativo que exige uma mudança na forma como os alunos percebem e interagem com o espaço. Para superar estas dificuldades, é fundamental que o ensino do volume inclua atividades práticas que envolvam a manipulação de objetos físicos e o uso de tecnologias educativas que permitam visualizações tridimensionais interativas.

Por outro lado, Hiebert e Carpenter (1992) argumentam que a dificuldade dos alunos em compreender o volume pode ser atribuída a lacunas no conhecimento prévio, métodos de ensino que não enfatizam a tridimensionalidade do volume e a falta de oportunidade para explorar e experimentar com objetos tridimensionais.

Embora haja um esforço contínuo para melhorar as práticas pedagógicas e os materiais didáticos, ainda persistem lacunas tanto no ensino em sala de aula quanto na construção dos manuais escolares, que tende a ser excessivamente centrado na memorização de fórmulas e algoritmos, em vez de promover a compreensão do que é o volume. Os manuais escolares, muitas vezes, reforçam esta abordagem centrada na memorização, apresentando o volume de uma forma muito procedimental, focando principalmente como calcular o volume de diferentes sólidos geométricos, sem fornecer uma base conceptual sólida, tal como nos aponta Sisman e Aksu (2015). Esta abordagem ignora a necessidade de desenvolver a capacidade de visualização espacial e a compreensão das propriedades tridimensionais dos objetos, como destacado por Piaget (1970).

Battista (2007) sugere que a instrução deve incluir atividades práticas que permitam aos alunos manipular objetos tridimensionais, bem como o uso de tecnologias que facilitem a visualização e interação com formas tridimensionais. Estas abordagens

ajudam os alunos a desenvolver uma compreensão profunda e aplicada do volume, preparando-os melhor para resolver problemas complexos e aplicados ao seu contexto/realidade. Rosenshine (2012) argumenta que a instrução direta pode ser eficaz para introduzir conceitos básicos, enquanto que métodos de aprendizagem ativa, como a aprendizagem baseada em resolução de problemas, podem ajudar os alunos a desenvolver a compreensão dos conceitos.

2.3. Conhecimento conceptual e procedimental

Hiebert e Carpenter (1992) fazem uma distinção clara entre conhecimento conceptual e procedimental. O conhecimento conceptual envolve a compreensão das ideias e princípios subjacentes a um conceito matemático. No contexto do volume, isto significa perceber o que é volume, como é medido e as relações entre as diferentes unidades de medida. Por exemplo, compreender que o volume de um objeto tridimensional é a quantidade de espaço que ele ocupa e que pode ser medido em metros cúbicos, litros, entre outras, é parte do conhecimento conceptual. Para os autores, o conhecimento conceptual é fundamental para uma compreensão profunda e flexível da matemática, permitindo que os alunos façam conexões entre diferentes conceitos e apliquem o seu conhecimento a novos contextos, ou seja, conseguem transferir a sua compreensão para resolver problemas em geometria, física e outras áreas. Por outro lado, o conhecimento procedimental refere-se, neste caso, à capacidade de aplicar fórmulas matemáticas para calcular o volume de diferentes sólidos geométricos, como cubos, prismas, cilindros, cones e esferas.

Uma das principais contribuições de Hiebert e Carpenter (1992) é a ideia de que o conhecimento conceptual e procedimental deve ser integrado. Os autores sugerem que para um ensino eficaz o professor deve ajudar os alunos a desenvolver ambos os tipos de conhecimento de forma interconectada.

Apesar da aplicação correta das fórmulas ser crucial para resolver problemas de volume, é a interconexão entre o conhecimento conceptual e o conhecimento procedimental que permite que os alunos executem tanto as operações como também compreendam o significado por trás das mesmas, desenvolvendo uma base conceptual sólida e uma aprendizagem mais significativa. Esta sinergia entre os dois capacita os

alunos a resolver problemas complexos. O conhecimento conceptual oferece a compreensão necessária para formular estratégias, enquanto o conhecimento procedimental fornece as ferramentas para executar essas estratégias eficazmente. Os alunos que conseguem fazer uma integração eficaz dos dois tipos de conhecimento são mais adaptáveis e podem aplicar os seus conhecimentos a uma ampla variedade de problemas e situações, demonstrando uma maior flexibilidade cognitiva. Os autores referem ainda que esta integração promove também um ciclo contínuo de desenvolvimento e aprofundamento do conhecimento. À medida que os alunos aplicam os procedimentos, podem refletir sobre os conceitos subjacentes, aprofundando sua compreensão e ajustando as suas estratégias conforme necessário.

De acordo com os autores, o conhecimento conceptual capacita os alunos de uma maior flexibilidade cognitiva e capacidade de explicação/argumentação, enquanto que o procedimental permite uma maior rapidez, automatização dos processos e confiança pois, ao dominar procedimentos específicos, o aluno aumenta a sua confiança e ganha motivação para abordar problemas mais complexos.

Assim, para ensinar o conceito de volume de forma eficaz, é necessário utilizar uma variedade de métodos pedagógicos que abordem tanto o conhecimento conceptual quanto o procedimental.

2.4. Métodos de ensino do conceito de volume

Para ensinar o conceito de volume podemos utilizar diferentes abordagens pedagógicas, uma mais tradicional, como a instrução direta, que se foca na transmissão de conhecimentos de forma sistemática e sequencial (Rosenshine, 2012), ou uma abordagem mais didática e exploratória, que tem revelado ser mais eficaz na promoção de uma compreensão mais profunda e significativa para o aluno (Hmelo-Silver, 2004).

Clements e Stephen (2003) num estudo realizado sobre a forma como os conceitos de medição são ensinados e compreendidos pelos alunos, sublinham que o entendimento dos alunos sobre este tópico fica aquém de outros conceitos matemáticos e sugerem que isto ocorre porque o ensino tende a focar-se nos procedimentos de medição ao invés dos conceitos subjacentes. Neste artigo os autores descrevem a medição de comprimento como a quantificação da distância entre dois pontos, destacando a complexidade mental

envolvida na subdivisão e iteração de unidades de medida (capacidade de relacionar a parte-todo). Os autores enfatizam a importância de ensinar os alunos a cobrir regiões com unidades de medida, estruturar *arrays*¹, e perceber a multiplicação como um atalho para determinar a área total. Com este estudo afirmam que o ensino tradicional de medição e grandezas é insuficiente para desenvolver uma compreensão completa, sendo necessário criar ambientes de sala de aula onde os alunos se envolvam em situações de medição que incentivem a construção dos conceitos fundamentais de medição.

Ao analisar os artigos de Curry et al (2006) e de Sisman e Aksu (2015) encontramos pontos de concordância e divergência relevantes sobre os métodos de ensino do conceito de volume, que permitem argumentar sobre as melhores práticas pedagógicas. Ambos os estudos concordam que a compreensão dos conceitos de grandeza e medição são fundamentais. Os alunos precisam de perceber os procedimentos de medição, como também os conceitos subjacentes, como a iteração da unidade e a conservação. Este entendimento tanto conceptual como procedimental é essencial para o ensino eficaz da grandeza volume.

A visualização e estruturação de *arrays* tridimensionais, são desafios significativos para os alunos, conforme identificado por ambos os estudos. São identificados erros comuns, como contar apenas os cubos visíveis ou confundir volume com área da superfície, que indicam dificuldades na compreensão espacial e na aplicação correta dos conceitos de volume. Além disso, utilizar tarefas que intencionalmente levam os alunos a cometerem erros é uma estratégia defendida por ambos os estudos, permitindo que os professores diagnostiquem e corrijam os equívocos, transformando os erros em oportunidades de aprendizagem.

No entanto, existem algumas divergências na metodologia de ensino defendida por cada estudo. Curry et al (2006) defendem uma abordagem prática, exploratória e manipulativa para construir a compreensão conceptual, acreditando que as tarefas que permitem aos alunos explorar fisicamente os conceitos são essenciais para a aprendizagem dos princípios de medição. Por outro lado, Sisman e Aksu (2015) colocam

¹ *arrays*: termo utilizado pelos autores para designar construções/organizações de cubos em três dimensões, para permitir a visualização da sua distribuição no espaço e para formar sólidos maiores.

uma maior ênfase na identificação e correção dos erros através de tarefas procedimentais orientadas, argumentando que a prática repetitiva e a correção de erros de procedimento são cruciais para consolidar o conhecimento.

Além disso, relativamente à implementação curricular Curry et al (2006) sugerem uma integração holística dos conceitos de comprimento, área e volume ao longo do currículo, defendendo uma progressão sistemática da aprendizagem e que se construa a partir do conhecimento prévio dos alunos. Por sua vez, Sisman e Aksu (2015) propõem uma abordagem mais segmentada, em que cada domínio das grandezas é ensinado separadamente antes de serem inter-relacionados, acreditando que um foco inicial separado permite uma melhor compreensão individual de cada grandeza, antes de estabelecer relações.

Com base nestes pontos de concordância e divergência defendidos pelos autores, é possível argumentar que o ensino e aprendizagem do conceito de volume deve adotar uma abordagem equilibrada, que combine os aspetos mais eficazes de ambas as metodologias. É imperativo que o ensino das grandezas não se limite à aplicação de fórmulas, mas incorpore uma compreensão conceptual significativa. Os alunos devem compreender os princípios fundamentais da medição de grandezas, como conservação, iteração da unidade e estruturação de *arrays* tridimensionais. Atividades práticas e manipulativas são essenciais para que os alunos explorem fisicamente os conceitos e visualizem a construção de volume. Estas atividades ajudam a concretizar a aprendizagem e facilitam a compreensão dos conceitos abstratos.

Simultaneamente, a estratégia de usar tarefas que intencionalmente propiciam erros comuns, defendida em ambos os estudos, deve também ser implementada, pois fornecem uma oportunidade importante para o professor diagnosticar e corrigir os equívocos, transformando os erros em oportunidades de aprendizagem. Discussões guiadas sobre os erros cometidos ajudam os alunos a refletir sobre as suas conceções erróneas e a desenvolverem uma compreensão mais sólida dos conceitos.

Portanto, a integração das melhores práticas de ambos os estudos sugere que um ensino eficaz do conceito de volume deve combinar a compreensão conceptual com a identificação e correção de erros, utilizando atividades práticas e tarefas que conduzam a equívocos. Ao adotar uma abordagem equilibrada que progrida de um entendimento

segmentado para uma compreensão integrada, o docente ajuda os alunos a desenvolverem uma compreensão robusta e aplicada do conceito de volume.

2.5. Dificuldades na compreensão do volume

A compreensão de volume é desafiadora e apresenta desafios significativos para muitos alunos, isto porque exige que estes integrem múltiplos aspetos do raciocínio espacial e matemático e, além disso, a transição do pensamento bidimensional para o tridimensional requer uma mudança cognitiva significativa, uma mudança na forma como os alunos percebem e interagem com o espaço, que deve ser cuidadosamente apoiada por atividades pedagógicas bem planeadas (Hiebert & Carpenter, 1992).

Battista e Clements (1996), nos estudos realizados, também referem que muitos alunos têm dificuldade em visualizar e manipular mentalmente estruturas tridimensionais, originando alguma confusão entre o volume e as outras grandezas. Battista (2003) destaca que uma das principais dificuldades está na visualização e estruturação das unidades de volume. Os alunos revelam dificuldade em entender como é que pequenas unidades tridimensionais se acumulam para formar um volume maior. Isto implica não só reconhecer as unidades individuais, mas também compreender a relação espacial entre elas. Outro ponto levantado por Battista (2003) é a diferença entre o conhecimento conceptual e procedimental. Os alunos podem aprender as fórmulas para calcular volumes, mas a aplicação correta dessas fórmulas depende da compreensão dos princípios subjacentes. Sem essa base conceptual, o uso de fórmulas torna-se mecânico e desconectado da realidade física que representam, o que leva à formação de conceções erróneas.

Segundo Owens e Outhred (2006), o desenvolvimento do pensamento geométrico e de medição é um processo gradual que envolve diferentes níveis de abstração. Os alunos passam por estágios distintos, em que a sua capacidade de visualização e manipulação de formas espaciais evolui. Esta progressão não é uniforme, e muitos podem ficar presos em estágios intermediários, onde conseguem compreender apenas aspetos bidimensionais dos objetos. Aliás, muitos dos alunos não reconhecem a multiplicação como forma de resolver o problema, apesar de o conseguirem resolver corretamente. Adicionalmente, e para compreender de que modo os alunos constroem o conhecimento de volume, Battista

(1999) realizou um estudo baseado em tarefas de contagem e composição de cubos em formações paralelepípedicas. Através de processos de abstração, reflexão, estruturação espacial e coordenação, num contexto de interação social em pares, os alunos desenvolvem aprendizagens significativas, o que corrobora a ideia de que as aprendizagens dependem tanto das experiências pedagógicas proporcionadas aos alunos, quanto da capacidade de verificarem a validade das suas concepções.

Battista e Clements (1996) no seguimento dos estudos realizados sobre o ensino e compreensão do conceito de volume, categorizam as estratégias utilizadas pelos alunos para determinar o número de cubos num paralelepípedo, porém a evolução das estratégias depende do ritmo individual e das experiências de aprendizagem de cada aluno. As estratégias são categorizadas conforme descrito na tabela abaixo.

Tabela 7: Síntese das estratégias de contagem, baseado em Battista e Clements (1996, p. 263)

Estratégia	Indicador
A	Os alunos veem o cubo como um conjunto de camadas.
B	Os alunos concebem o conjunto de cubos no espaço, mas não utilizam as camadas para a contagem.
C	Os alunos concebem o conjunto de cubos como faces.
D	Os alunos usam a fórmula de cálculo de volume.
E	Os alunos usam outra estratégia diferente.

Para compreender as estratégias utilizadas nas contagens estruturadas desses cubos, são necessários quatro processos mentais: i) formação e utilização de modelos mentais, em que os alunos criam e usam experiências anteriores para conseguir visualizar; ii) estruturação espacial, em que já se conseguem abstrair da forma dos objetos e identificar, relacionar e organizar as partes que o compõem; iii) localização de unidades, em que já conseguem posicionar os cubos no espaço; iv) organização dos elementos de uma formação, em que já conseguem combinar as unidades básicas em linhas ou colunas e transformá-las em combinações mais elaboradas.

Quanto à sofisticação dos processos mentais, Battista (2007) apresenta sete níveis pelos quais os alunos podem passar quando envolvidos em tarefas exploratórias, em que

é possível desenvolver diferentes estratégias para realizar a contagem/medição do volume, conforme apresentado no quadro síntese abaixo.

Tabela 8: *Quadro síntese dos níveis de sofisticação dos processos mentais, segundo Battista (2007)*

Nível 1	Contagem dos elementos é feita ao acaso e é frequente o erro na dupla contagem.
Nível 2	Começam a organizar por colunas e linhas ou camadas e conseguem inferir o número de cubos do lado oposto a partir da contagem do lado visível.
Nível 3	Consegue reconhecer a mesma unidade em vistas diferentes, mas ainda não constrói um modelo mental capaz de contar os cubos interiores.
Nível 4	Estruturam as composições por camadas.
Nível 5	O modelo mental já permite localizar todos os cubos de uma disposição, mas ainda organizam a contagem de forma ineficaz. Ainda não são generalizáveis a estruturas maiores.
Nível 6	Os modelos mentais incluem a estrutura por linhas e colunas ou camadas, sem recurso a materiais.
Nível 7	A estruturação espacial e métodos de contagem atingem um nível de abstração que capacita o aluno a aplicar as estratégias a modelos/situações em que as unidades não são cubos.

No seguimento das dificuldades manifestadas pelos alunos, Sisman e Aksu (2015) apresentam um estudo em que identificam os principais erros e equívocos cometidos pelos alunos em tarefas conceptualmente e procedimentalmente orientadas na medição de grandezas. Relativamente ao volume, muitos alunos contam apenas os cubos que conseguem ver na face frontal ou superior da figura tridimensional, sem considerar os cubos internos que não estão visíveis, confundem frequentemente o cálculo da área da superfície de um objeto com o cálculo do volume, tendem a usar a fórmula de volume incorretamente (somar as dimensões ao invés de multiplicar). Como têm dificuldade em visualizar e estruturar mentalmente a disposição tridimensional dos cubos, cometem erros na contagem e organização dos cubos dentro do espaço. Estes erros podem estar

associados à utilização de unidades de medida inadequadas, à mistura de diferentes unidades ao calcular ou, ainda, interpretar mal as dimensões fornecidas, considerando apenas duas dimensões (transformando um problema de volume num problema de área). Alguns alunos focam-se também em seguir procedimentos memorizados sem realmente perceber os conceitos subjacentes de volume, o que pode resultar em erros quando confrontados com problemas que requerem adaptação ou raciocínio espacial.

3. METODOLOGIA

| ' ' | | ' ' |

Neste capítulo, é descrita a metodologia adotada na investigação, detalhando as técnicas de colheita e tratamento de dados utilizadas ao longo do estudo. Serão abordados os seguintes tópicos: participantes, a natureza do estudo, apresentação da trajetória concebida e implementada, os procedimentos metodológicos aplicados na ação pedagógica e os princípios éticos que guiaram toda a investigação.

3.1. Participantes

O presente estudo foi implementado numa escola pública do 2.º e 3.º Ciclo do Ensino Básico, agrupada, e localizada no concelho de Sintra. A prática foi desenvolvida numa turma de 6.º ano, disciplina de matemática, constituída por 24 alunos, sendo que 10 são do sexo masculino e 14 do sexo feminino. Para uma melhor contextualização e compreensão do contexto em que foi implementado o estudo, pode-se consultar a descrição da turma e do modelo pedagógico na primeira parte deste relatório, secção referente ao 2.º CEB, turma D.

O procedimento de amostragem utilizado nesta investigação caracteriza-se como amostragem intencional ou amostragem por critério, onde o objetivo é selecionar participantes que possam fornecer informações pertinentes e detalhadas sobre o fenómeno em estudo (Creswell, 2014). A amostragem intencional envolve a seleção de participantes com base em critérios específicos relevantes para os objetivos do estudo. Esta técnica além de permitir a inclusão de participantes que representam uma variedade de perfis ou características dentro da população estudada, foca-se numa maior profundidade e riqueza dos dados, ao invés de uma amostra estatisticamente representativa. Por outro lado, os dados obtidos a partir duma amostra intencional não podem ser generalizáveis para toda a população.

Para esta investigação, o critério de amostragem foi selecionar três alunos com diferentes níveis de raciocínio, alto (aluna E), médio (aluna B) e baixo (aluna MD). A escolha de uma amostra intencionalmente heterogénea visou garantir a representação de diversas perspetivas e capacidades cognitivas, proporcionando uma visão mais ampla sobre a compreensão do conceito de volume entre os alunos.

A identificação dos níveis de raciocínio foi realizada com base nas informações dadas pela PC acerca dos alunos e sua capacidade de compreender e aplicar conceitos

matemáticos, bem como a de resolver problemas práticos nas grandezas estudadas anteriormente (perímetro e área).

OO3.2. Opções Metodológicas

3.2.1. Natureza do estudo

De acordo com o objeto de estudo, optou-se por uma metodologia de natureza qualitativa associada a uma investigação-ação.

A natureza qualitativa de um estudo é essencialmente descritiva e exploratória. Segundo Creswell (2014), este tipo de estudos procuram dar resposta ao "como" e o "porquê" dos comportamentos e processos sociais, o que a torna particularmente eficaz para investigar fenómenos complexos e multifacetados. Este enfoque permite ao investigador capturar a riqueza das experiências humanas, proporcionando uma compreensão mais profunda e contextualizada dos fenómenos estudados.

Assim, dada a necessidade de explorar as aprendizagens e dificuldades dos alunos na compreensão do conceito de volume, a natureza qualitativa é de fato a mais indicada, pois permite uma análise detalhada e contextualizada, capturando a complexidade das experiências de aprendizagem dos alunos.

Quanto à estratégia de investigação adotada neste estudo foi a investigação-ação, uma vez que tem um enfoque prático e participativo, muito orientado para a prática pedagógica, e melhoria dos seus processos, e na produção de resultados no imediato. Os estudos de investigação-ação seguem um ciclo iterativo de planeamento, ação, observação e reflexão, que pode ser repetido várias vezes para refinar e melhorar continuamente as práticas ou soluções adotadas, para que sejam adaptadas às necessidades do contexto (Stringer, 2013). Embora o enfoque principal seja prático, a investigação-ação, segundo Stringer, envolve também a integração de conceitos teóricos para informar a ação e interpretar os resultados. Esta abordagem híbrida ajuda a construir um conhecimento que é ao mesmo tempo aplicável e teoricamente fundamentado.

De acordo com estes pressupostos delineou-se um modelo de implementação para esta investigação, explicitando os quatro momentos que o caracterizam (Anexo C).

3.2.2. Síntese da trajetória percorrida e tarefas implementadas

Nesta secção intenta-se explicitar a trajetória de aprendizagem concebida e apresentar uma breve descrição das aulas e tarefas implementadas. Para tal, é importante compreender afinal o que é e em que consiste uma trajetória de aprendizagem e o seu impacto na aquisição dos conteúdos por parte dos alunos. A trajetória de aprendizagem é um conceito fundamental na educação matemática, que procura descrever e estruturar o processo de ensino-aprendizagem de uma forma sequencial e lógica. Este conceito, detalhado no artigo de Clements e Sarama (2004), oferece uma abordagem holística que combina a teoria e a prática com o objetivo de promover uma compreensão mais profunda e sustentável dos conceitos matemáticos entre os alunos.

Clements e Sarama (2004) defendem que as trajetórias de aprendizagem são constituídas por três componentes essenciais: o objetivo de aprendizagem, a progressão do desenvolvimento do pensamento e da aprendizagem dos alunos, e a sequência de tarefas. Segundo os autores, as trajetórias de aprendizagem não são apenas sequências rígidas de atividades, mas sim ferramentas dinâmicas que podem ser adaptadas conforme as necessidades dos alunos e as realidades da sala de aula. Esta flexibilidade é crucial, pois reconhece a diversidade dos contextos educativos e permite que os docentes ajustem as suas práticas pedagógicas, no sentido de otimizar a aprendizagem.

A integração das perspetivas teórica e prática da trajetória de aprendizagem oferece múltiplos benefícios. Primeiro, proporciona uma estrutura clara e baseada na investigação, que pode orientar o desenvolvimento curricular e a prática pedagógica. Segundo, ao combinar a teoria com atividades práticas e exploratórias, é permitida uma adaptação mais eficaz às necessidades individuais dos alunos, promovendo uma aprendizagem ativa e inclusiva. É com base nestes contributos que refleti sobre como desenvolver uma abordagem eficaz para o ensino do conceito de volume.

Deste modo, no contexto deste estudo, com a trajetória de aprendizagem definida procurou-se iniciar com a exploração de conceitos básicos de espaço tridimensional, utilizando objetos manipuláveis para que os alunos possam visualizar e manipular. De seguida, foram introduzidas atividades que envolviam a medição de volumes utilizando unidades de medida não convencionais e unidades padrão, e posteriormente, a aplicação

de fórmulas matemáticas para calcular volumes de diferentes sólidos geométricos. Assim, as tarefas selecionadas e a sua sequenciação foram baseadas numa brochura apresentada num programa de formação contínua em matemática (Figueira *et al*, 2006), construída por um grupo de docentes da disciplina e que explicita uma trajetória de aprendizagem para o ensino de grandezas e medidas que deve ser estabelecida para a compreensão destes conceitos pela criança. A escolha das tarefas e a sua sequência seguiram como critério a utilização de materiais manipuláveis para que a dificuldade de visualizar estruturas tridimensionais seja minimizada e o respeito pelas diferentes fases necessárias para que o aluno consiga adquirir o conhecimento da grandeza em estudo. Não sendo um modelo inflexível e tendo em conta o tempo e disponibilidade de aulas para desenvolver o estudo, foram implementadas quatro tarefas (Anexo D) com o objetivo de conduzir a criança a percorrer a seguinte trajetória de aprendizagem: i) perceção da grandeza (tarefa 1 e 2), ii) conservação da grandeza (tarefa 1 e 2), iii) medição grandezas (tarefa 3) e, iv) utilização de fórmulas (tarefa 4). Na tabela abaixo pode-se verificar, de forma sintética, a trajetória concebida.

Tabela 9 Síntese da trajetória de aprendizagem implementada

Tarefa	Aprendizagens essenciais	Objetivos específicos	Descrição	Recursos	N.º de aulas / tempo
1	1. Compreender o que é o volume de um objeto e explicar por palavras suas. 2. Medir o volume de um objeto, usando unidades de medida não convencionais.	- Desenvolver o conceito de volume; - Reconhecer o volume como propriedade invariante; - Desenvolver a capacidade de visualização espacial;	Os alunos foram divididos por grupos que se mantiveram para todas as tarefas. Cada grupo tem 1 enunciado, 1 saco com 32 cubinhos de madeira e folha quadriculada.	Enunciado Cubinhos de madeira (1x1cm)	3 aulas (90 + 45min)

2	<p>1. Compreender o que é o volume de um objeto e explicar por palavras suas.</p> <p>2. Medir o volume de um objeto, usando unidades de medida não convencionais.</p>	<p>- Desenvolver o conceito de volume;</p> <p>- Reconhecer o volume como propriedade invariante;</p> <p>- Desenvolver a capacidade de visualização espacial;</p>	<p>Os alunos organizam-se pelos grupos de trabalho. Cada grupo tem 1 enunciado, 1 saco com 30 cubinhos de madeira e folha quadriculada.</p>	<p>Enunciado Cubinhos de madeira</p>	<p>3 aulas (90 + 45min)</p>
3	<p>1. Compreender o que é o volume de um objeto e explicar por palavras suas.</p> <p>2. Medir o volume de um objeto, usando unidades de medida não convencionais e unidades convencionais.</p>	<p>- Desenvolver o conceito de volume;</p> <p>- Reconhecer o volume como propriedade invariante;</p> <p>- Desenvolver a capacidade de visualização espacial;</p> <p>- Identificar sólidos equivalentes;</p>	<p>Os alunos organizam-se pelos grupos de trabalho. Cada grupo tem 1 enunciado e folha quadriculada. Antes de construírem o $1m^3$ devem planificar e verificar quantos balões (arestas) precisam de encher.</p>	<p>Enunciado Balões de modelar</p>	<p>3 aulas (90 + 45min)</p>

4	1. Aplicar os conhecimentos desenvolvidos durante as aulas.	- Identificar as dificuldades e as aprendizagens adquiridas.	As 3 alunas (E, B e MD) realizaram uma ficha de trabalho com exercícios mais conceptuais e outros procedimentais. Esta ficha foi realizada em sala de estudo.	Ficha de trabalho	1 aula (45 min)
---	-------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------	-----------------

Para terminar, é importante salientar a necessidade de um ambiente cooperativo entre os alunos, uma vez que as tarefas foram realizadas em pequeno grupo. Para isso, os grupos foram constituídos de forma não aleatória, rompendo com os pares de trabalho habituais. Durante a realização das tarefas, a colega estagiária assumiu o papel de “condutor”, para que fosse possível ficar mais junto do grupo em estudo e recolher o máximo de dados.

3.2.2. Técnicas de recolha e análise de dados

Para obter e analisar os dados que permitiram o desenvolvimento deste estudo, foram utilizadas diferentes técnicas de recolha e tratamento de dados, tais como: i) observação direta participante, ii) análise documental e iii) análise de conteúdo.

3.2.2.1. Observação direta participante

A observação direta participante é uma técnica de investigação qualitativa, que se revela particularmente eficaz quando se objetiva compreender conceitos complexos em contextos educativos. Nesta técnica o investigador imerge nas atividades dos participantes, observando e interagindo diretamente com eles, proporcionando uma compreensão detalhada e contextualizada das práticas pedagógicas.

A implementação desta técnica foi facilitada ao permitir que o investigador permanecesse próximo do grupo em estudo enquanto o par pedagógico conduzia a atividade, assegurando um ambiente natural e sem interrupções para os alunos. Esta dinâmica facilitou a recolha de dados em tempo real, utilizando registo fotográfico, notas de campo e grelhas de observação para registar comportamentos, comentários, dúvidas e constatações dos alunos. Adicionalmente, em algumas tarefas, foi possível realizar gravação áudio das comunicações orais entre os elementos do grupo. Esta abordagem assegurou que cada aluno recebesse apoio adequado, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e adaptada às suas necessidades específicas no desenvolvimento do conceito de volume.

As informações recolhidas através desta técnica foram meticulosamente analisadas e interpretadas, juntamente com os outros dados, como análise documental e análise de conteúdo, de forma a alcançar uma compreensão mais aprofundada do objeto de estudo. Conforme destacado por Bogdan e Biklen (1992), o uso combinado destas técnicas fortalece a validade e a confiabilidade dos resultados.

3.2.2.2. Análise documental

A análise documental é uma técnica de pesquisa qualitativa essencial para a colheita e interpretação dos dados. Bogdan e Biklen (1992) argumentam que a triangulação de diferentes métodos fortalece a robustez das conclusões ao permitir a comparação e a integração de dados provenientes de diversas fontes.

Neste estudo, a análise documental incidiu sobre as produções escritas das alunas do grupo em estudo (E, B e MD) nas diferentes tarefas, das comunicações orais realizadas e transcritas e das notas de campo.

3.2.2.3. Análise de conteúdo

A análise de conteúdo é definida como um conjunto de técnicas de análise sistemática e objetiva do conteúdo de mensagens, em que o principal objetivo desta técnica é transformar dados qualitativos não estruturados em informações estruturadas, facilitando assim a interpretação e a inferência científica (Bardin, 1977). Esta técnica, segundo o autor, pode ser dividida em três fases principais: i) Pré-análise; ii) Exploração do material; iii) Tratamento dos resultados e interpretação.

Na pré-análise foi realizada uma “leitura flutuante” de todo o *corpus* (produções escritas nas 4 tarefas, transcrições das gravações e notas de campo), de modo a obter uma visão geral dos conteúdos, definir os objetivos de análise e formular as hipóteses preliminares sobre os dados. De seguida, procedeu-se à exploração do material, com a segmentação do texto em unidades de significado (unidades de registo), as unidades de registo foram agrupadas em categorias temáticas, que representam os principais tópicos relacionados com as aprendizagens evidenciadas pelos alunos e as principais dificuldades. Na última fase, os resultados foram interpretando à luz das hipóteses e objetivos iniciais, permitindo a formulação de conclusões sobre o objeto de estudo.

As categorias e subcategorias foram delineadas a partir do quadro conceptual fundamentado nas teorias de Piaget e Hiebert, bem como em estudos específicos sobre a compreensão do volume por alunos do Ensino Básico, como os realizados por Battista e Clements (1996 e 1998), e que foram explanados no capítulo da fundamentação teórica.

Com a primeira questão de investigação em mente, foram definidas categorias e subcategorias baseadas em estudos anteriores sobre a temática e que se pode observar abaixo, na versão simplificada da tabela de análise integral (Anexo D).

Tabela 10. *Categorias, subcategorias e indicadores da análise de conteúdo das aprendizagens dos alunos - baseada em Battista e Clements (1996 e 1998) e Battista (2003 e 2007).*

Categorias	Subcategorias	Indicadores
Conhecimento Conceptual	Conceito de volume	Explicações que mencionam espaço tridimensional, preenchimento de espaço, ou descrição correta do conceito de volume.
	Estrutura Espacial	Descrições que mostram a capacidade de decompor e recompor sólidos tridimensionais.
	Unidades de medida	Uso correto de medidas não convencionais e convencionais - metros cúbicos (m ³), litros (L) -, e as suas conversões.
	Relação entre Volume e Dimensões	Descrições que relacionam corretamente as dimensões de um objeto com seu volume (comprimento, largura e altura).
Conhecimento Procedimental	Cálculo de Volume	Uso correto das fórmulas e aplicação prática
	Contagem de Cubos em estruturas tridimensionais	Respostas que mostram contagem correta de cubos, incluindo cubos ocultos.

	Construção e transformação de sólidos	Descrições ou desenhos que mostram a correta construção, transformação e manipulação de sólidos tridimensionais.
--	---------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

De modo a responder à segunda questão de investigação, foram também criadas categorias e subcategorias baseadas num estudo sobre os principais erros e equívocos dos alunos na aprendizagem do conceito de volume e que podemos relacionar com as dificuldades sentidas pelos mesmos, conforme se pode observar na versão simplificada da grelha de análise (Anexo E).

Tabela 11. *Categorias, subcategorias e indicadores da análise de conteúdo das dificuldades apresentadas pelos alunos - baseada em Sisman e Aksu (2015)*

Categorias	Subcategorias	Indicadores
Dificuldades Conceptuais	Uso inadequado de conceitos	Erros conceptuais ao tratar volume, área e perímetro.
	Visualização de estruturas tridimensionais	Respostas que mostram dificuldade em compreender a estrutura tridimensional de sólidos.
	Compreensão de unidades de medida	Erros na utilização ou conversão de unidades de medida.
Dificuldades Procedimentais	Aplicação incorreta da fórmula	Uso incorreto da fórmula para o cálculo do volume.
	Contagem de cubos	Respostas que mostram contagem incorreta de cubos devido à consideração de apenas as faces visíveis.

3.3. Princípios éticos de investigação

A investigação seguiu preocupações éticas rigorosas, essenciais para um trabalho académico destinado à publicação, conforme os princípios e diretrizes estabelecidos na Carta de Ética da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação (2016). O consentimento informado foi obtido de todos os Encarregados de Educação dos participantes, garantindo-se o anonimato e a confidencialidade na gestão e organização dos dados recolhidos, bem como na divulgação dos mesmos.

4. RESULTADOS

| ' ' | | ' ' |

O presente capítulo é uma parte fundamental deste estudo, pois oferece uma análise detalhada das respostas do grupo dos alunos selecionados na realização das tarefas exploratórias sobre o conceito de volume, bem como a análise de conteúdo das discussões e interações que foram estabelecendo durante a sua realização. Neste capítulo procura-se responder às questões de investigação: i) **Que aprendizagens são evidenciadas pelos alunos do ponto de vista do conhecimento conceptual e procedimental em relação ao conceito de volume?** e ii) **Quais as maiores dificuldades apresentadas pelos alunos na compreensão do conceito de volume?**

Para que seja visível a evolução das alunas relativamente às aprendizagens adquiridas e também as dificuldades que se identificaram, este capítulo está organizado pela sequência de tarefas e em cada uma será feita a apresentação dos resultados e a respetiva discussão, apresentando uma análise crítica dos mesmos juntamente com a mobilização do quadro conceptual apresentado e que irá permitir a resposta às questões de investigação.

4.1. Apresentação e discussão dos resultados

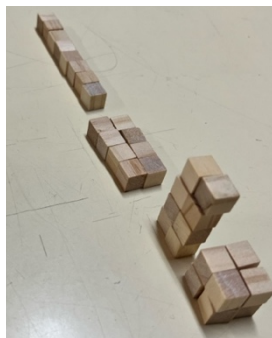
4.1.1. Tarefa 1

Esta tarefa constituiu o primeiro momento desta trajetória e tinha como objetivo proporcionar a perceção da grandeza volume e a sua conservação. No desenvolvimento das duas primeiras questões da tarefa, era expectável que os alunos identificassem uma propriedade mensurável – neste caso o volume – e concluir que essa propriedade não varia conforme a mudança de posição.

Figura 1: *Questões do enunciado da tarefa 1*

1. *Constrói 4 sólidos diferentes com 8 cubos. O que é que os sólidos que construístes têm em comum?*
2. *Constrói 3 sólidos, em que dois deles tenham o mesmo volume.*

Figura 2: *Construções das alunas*



A construção dos sólidos decorreu sem dificuldade e os alunos contruíram vários exemplos, como se pode observar na Figura 2. Relativamente à identificação da propriedade comum, as respostas foram consensuais entre os elementos do grupo em estudo, as alunas responderam:

B - *Todos têm o mesmo volume;*

E - *Todos têm 8 cubos, logo o mesmo volume;*

MD - *Todos têm o mesmo volume de 8 cubos.*

Na segunda questão também não apresentaram dificuldades na resolução, tendo mantido dois sólidos anteriores e construído um terceiro com maior volume:

E - *2 sólidos com 8 cubos e um com 12 (2x2x2, 4x2x1 e 6x2x1).*

Esta uniformidade de respostas sugere uma compreensão inicial adequada da conservação do volume, independentemente da posição ou forma do sólido, refletindo os estágios de desenvolvimento cognitivo de Piaget, onde as crianças começam a compreender a conservação das propriedades dos objetos (Piaget, 1970).

Figura 1: Questões do enunciado da tarefa 1

3. Imaginemos agora que cada cubo corresponde a um apartamento e o sólido que têm à vossa frente corresponde a um arranha-céus.

3.1. Quantos apartamentos tem o arranha-céus?

3.2. Uma empresa quer construir 60 apartamentos, quantos arranha-céus são precisos?

Para esta questão, houve a necessidade de substituir o “sólido transparente” por um cubo criado pelos alunos, tendo sido desenhado no quadro a planificação com as medidas exatas, para que os alunos pudessem construir o seu “arranha-céus”.

Depois da construção, iniciou-se a discussão entre as alunas do grupo, na definição de uma estratégia para verificar quantos apartamentos “cabiam” no seu arranha-céus. A aluna B utiliza a estratégia em representação na Figura 4 e a aluna E utiliza a representação da Figura 5. Já MD responde *"Precisava de mais cubos para construir o arranha-céus."*

Figura 2: Construção da aluna B

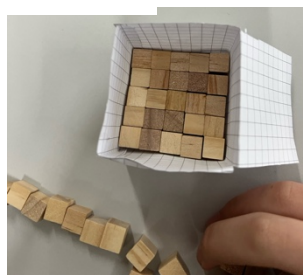
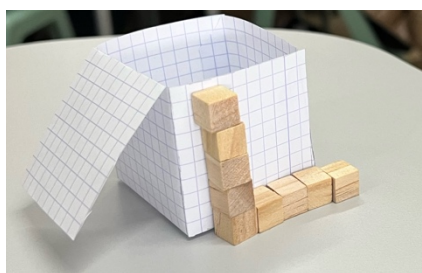


Figura 3: Construção da aluna E



Ao perceberem a dificuldade da colega, B e E tentam explicar a sua estratégia. A B decidiu preencher “1 piso” completo e multiplicar pelo número de “andares” que o arranha-céus tem (“Se cada piso tem 25 apartamentos e o arranha-céus tem 5 andares, então $25 \times 5 = 125$ ”). Já E avança:

“não é preciso preencher, se cabem 5 no comprimento, 5 na largura e 5 em altura, multiplicamos 5 x 5 x 5 e temos o total de apartamentos”.

Nas suas intervenções, B evidencia um *conhecimento conceptual*, em que recorre à *estrutura espacial* da construção para determinar o seu volume. Já E demonstra também um *conhecimento conceptual*, recorrendo à *relação entre volume e dimensões do objeto*.

B, ao ouvir a colega compreende o seu raciocínio, mas MD fica ainda mais confusa. MD pede à B para explicar como chegou aos 125 apartamentos, evidenciando *dificuldades conceptuais* relativas à *visualização de estruturas tridimensionais*. A colega B diz:

- MD se vires os cubos empilhados são 5, o que significa que o arranha-céus tem 5 pisos. Se em cada piso conseguimos preencher com 25 cubinhos, fazes 25 x 5 pisos e dá 125, percebeste?.

- Ah, então é $25 + 25 + 25 + 25 + 25$

- Sim também podes fazer assim

Relativamente à última questão, a aluna E respondeu de imediato ao ler:

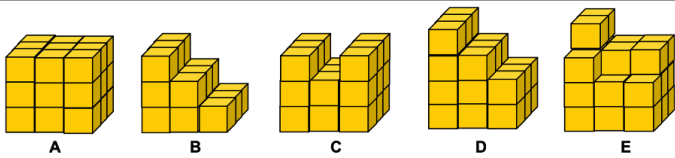
"Se cada arranha-céus tem 125 apartamentos e se só querem 60, então só precisam de 1 e ainda sobra espaço."

Como foi visível, a aluna MD mostrou ainda alguma dificuldade em compreender a relação entre a multiplicação e a adição (a multiplicação como uma adição repetida) e as propriedades da multiplicação. As intervenções da colega E, que utilizou uma abordagem multiplicativa (" $5 \times 5 \times 5$ "), e da colega B, que explicou a multiplicação das camadas, ajudaram a esclarecer o processo. Esta interação par-a-par é fundamental para o desenvolvimento cognitivo, conforme descrito por Hiebert e Carpenter (1992), que defendem que a construção do conhecimento matemático é facilitada através de discussões, explicações e interações entre pares.

Terminada a resolução da tarefa, participam na discussão coletiva, apresentando também as suas resoluções e estratégias à turma.

4.1.2. Tarefa 2

Figura 4: Enunciado da tarefa 2



1. Constrói o sólido **A** com cubinhos.

2. Quantos cubinhos utilizaste na construção? Explica como contaste.

3. Transforma o sólido **A** no sólido **E**.

4. Transforma o sólido **E** no sólido **D**.

5. Reconstroí o sólido **A**. Transforma o sólido **A** no sólido **C**.

a. Quantos cubinhos tem o sólido **C**?

b. Como contaste?

6. Quais são os sólidos que têm o mesmo volume? Ordena os sólidos por ordem crescente de volume.

7. Constrói um sólido que tenha o dobro do volume do sólido **A**. Explica como construístes e indica o volume de ambos os sólidos.

8. Considera que cada cubinho tem 1cm de aresta, qual o volume dos sólidos?

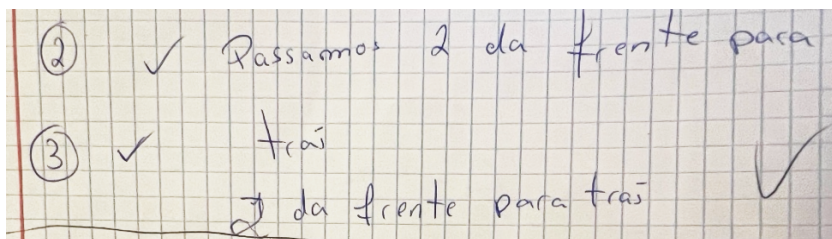
Nesta tarefa pretendia-se identificar a capacidade de compor e decompor sólidos geométricos, medir o seu volume utilizando como unidade de medida o cubinho e experimentar medições/contagens de forma organizada. Era pretendido também que realizassem medição usando unidades convencionais. Neste sentido, o meu papel foi mais interventivo junto do grupo-alvo de observação, desafiando as alunas a experimentar/encontrar diferentes estratégias de contagem, manipulando as construções. Por este motivo, não foi possível realizar o registo fotográfico das suas construções, pelo que apresento as comunicações orais entre as alunas durante a resolução.

Nas questões relativas à construção e transformação de sólidos as alunas não demonstraram dificuldade:

- E: *Se vocês virem o sólido A tem 3 de altura, 3 de comprimento e 3 de profundidade, agora preenchemos o resto (questão 1);*
- MD: *Então fazemos 9 cubinhos por andar e como são 3 andares fazemos $9 \times 3 = 27$ cubinhos (questão 1)*
- B: *Passamos 2 da frente para trás em cima (questão 2);*

- MD: Mudamos estes 2 (última coluna) e pomos 1 em cima e outro aqui à frente (questão 3)

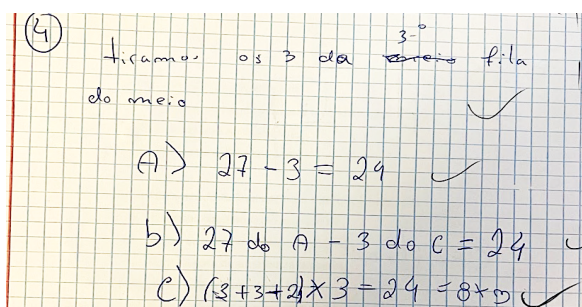
Figura 5: Resoluções das alunas



Através da análise das comunicações orais entre as aulas, é possível verificar, na resposta à questão 1, que a aluna E recorre novamente à *relação entre volume e dimensões do objeto (conhecimento conceptual)* e a aluna MD já recorre à estratégia explicada pela colega B na tarefa anterior, revelando *conhecimento conceptual*, com recurso à *estrutura espacial* da construção para determinar o volume. Já na questão 2, B demonstra capacidade em decompor e recompor sólidos tridimensionais, evidenciando novamente *conhecimento conceptual* relativo à *estrutura espacial*. Por último, na questão 3, verificamos também *conhecimento conceptual* por parte da aluna MD, também relativo à *estrutura espacial* (Figura 5).

Analisando as intervenções e resoluções na questão 4 (Figura 6 e diálogos abaixo), podemos verificar o *conhecimento conceptual* evidenciado pelas alunas E e B, relativo à *estrutura espacial* e à capacidade em decompor e recompor sólidos tridimensionais.

Figura 6: Resoluções das alunas



- E: Agora tiramos estes 3 da fila do meio e então tem 24, pois tem menos 3 cubos do que o A (questão 4)

- B: fazemos $3+2+3$ e depois multiplicamos por 3 (questão 4)

Na questão 5 MD evidencia ainda *dificuldades conceituais* ao nível da *visualização de estruturas tridimensionais*, tendo necessidade de contar os cubos por colunas e somar. B e E reforçam o seu *conhecimento conceptual*, recorrendo à *decomposição e recomposição de estruturas tridimensionais*.

- B: Tira-se 6 cubinhos da 3^o coluna: 3 da 2^a fila e 3 da 3^a fila (questão 5);

- E: Passamos estes 3 cubos para cima destes e assim fazemos $3 \times 6 = 18$ (3 n^o de linhas e 6 cubos por linha); (questão 5.c)

- MD: aqui (sólido B) tem $9 + 6 + 3 = 18$ cubos (questão 5)

A questão 6 também não ofereceu dificuldades, tendo respondido:

- MD: Os sólidos A, D e E. $A = 27$ cubos, $B = 18$ cubos, $C = 24$ cubos, $D = 27$ cubos, $E = 27$ cubos, então $B < C < A = D = E$ (questão 6)

Com a resposta supra, MD revela *conhecimento conceptual* ao nível do *conceito de volume*.

Relativamente à questão 7, as estratégias usadas pelas alunas diferiram e a aluna MD demonstrou maior dificuldade, como é possível verificar com as comunicações abaixo:

- E: Basta aumentar uma das dimensões para o dobro;

- B: $(3 \times 3 \times 3) \times 2 = 54\text{cm}^3$

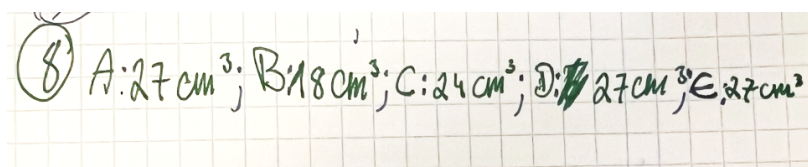
- MD: Temos de usar o dobro dos cubos em cada dimensão e contar todos.

Ao verificarem o erro da colega, E e B sugeriram que ela construísse como estava a dizer, fazendo com que chegasse à conclusão que dessa forma não iria ter apenas o dobro dos cubos. Tanto a aluna E como a B evidenciam *conhecimento conceptual* ao fazerem uma correta *relação entre volume e dimensões*, enquanto que MD incorre num erro comum entre os alunos e que Sisman e Aksu (2015) discutem no seu estudo: os alunos muitas vezes assumem que, ao aumentar linearmente uma dimensão, o volume também aumentará proporcionalmente, sem considerar a natureza cúbica do volume. Esta

concepção errónea reflete falta de compreensão do crescimento tridimensional quando comparado ao linear, que é um aspeto crucial do *conhecimento conceptual*.

Quanto à última questão, uma vez que já tinham calculado o volume através da “contagem” dos cubos, acrescentaram apenas a unidade de medida cm^3 :

Figura 7: Resposta das alunas



Com esta tarefa, as alunas puderam manipular e reorganizar os cubos para explorar a composição e decomposição de sólidos. A discussão entre as alunas revelou diferentes estratégias para contar e calcular volumes, demonstrando também um progresso na aluna MD, na capacidade de abstração e visualização espacial. Por exemplo, a aluna MD inicialmente desmontou os sólidos para contar um a um, mas gradualmente adotou a estratégia de multiplicação sugerida pelas colegas. Este comportamento reflete a evolução do raciocínio espacial e a transição de um pensamento concreto para um mais abstrato, alinhado com os níveis de sofisticação apresentados por Battista (2007).

Esta abordagem por manipulação direta dos sólidos é também consistente com as recomendações de Battista e Clements (1996), que enfatizam a importância da experiência concreta na construção do conhecimento geométrico. A utilização de materiais manipuláveis ajuda os alunos a desenvolver uma compreensão mais profunda dos conceitos espaciais, permitindo-lhes experimentar e visualizar as relações entre as dimensões dos sólidos e dos seus volumes.

4.1.3. Tarefa 3

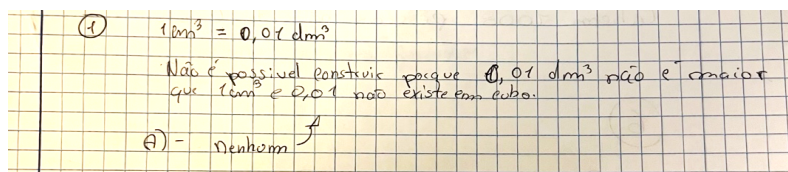
O principal objetivo desta tarefa era que os alunos se pudessem apropriar do “tamanho” das unidades de medida convencionais.

Figura 8: Enunciado da tarefa 3

1. Utilizando os cubos de madeira, constrói um sólido com 1dm^3 de volume
 - a. Quantos cubos de madeira utilizaste?
2. Utilizando os balões cheios de ar, constrói 1 m^3 ;
 - a. Explica como planificaram a sua construção:
 - i. Quantas arestas tem o cubo;
 - ii. Quanto mede cada aresta;
3. Quantos alunos, aproximadamente, “cabem” num m^3 ?
 - a. Como chegaram a esse número? Por estimativa ou experimentaram Colocar-se dentro da construção?
4. Quantos m^3 consegues colocar na sala de aula? Como chegaste a esse número?
5. Então e agora quantos alunos cabem na sala (em camadas)? Explica o raciocínio.
6. Qual o volume da nossa sala em:
 - a. Em dm^3 ;
 - b. Cubinhos de madeira;
 - c. Em m^3 ;
 - d. Em alunos;

A primeira questão incide bastante na unidade de medida e na sua relação com a medida do volume e causou alguma discórdia inicial entre os elementos do grupo e mesmo na turma em geral. A dificuldade estava em compreender o que era pedido e que para o construir teriam de perceber quantos cm^3 cabem num dm^3 . Da forma como estavam a interpretar e a realizar a conversão não era possível (Figura 9):

Figura 9: Respostas das alunas

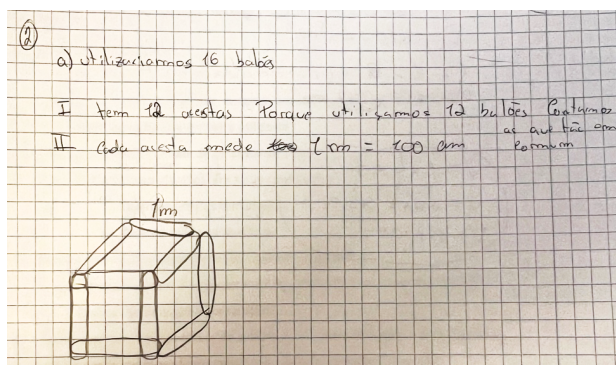


Na base do obstáculo estava em perceber que teriam de partir do 1 dm de aresta e realizar a conversão para cm ($1\text{dm} = 10\text{ cm}$) e não como estavam a realizar. Para o conseguirem tiveram necessidade que realizasse passo a passo junto delas, até chegarem à resposta/resolução correta ($10 \times 10 \times 10 = 1000$ cubinhos).

Quando passamos para a questão 2, ao planificarem o cubo e ao contabilizarem o número de balões que iriam precisar, tiveram em conta que as arestas da base e do “topo” eram comuns às faces laterais, então fizeram $4\text{ faces} \times 4\text{ arestas} = 16$ balões. No entanto, não tiveram em consideração que também as faces laterais têm uma aresta em comum, logo não seriam 16 mas sim 12 balões (Figura 10). Apenas quando construíram o m^3 , é

que perceberam que sobravam 4 balões, e foi discutido o porquê. Este equívoco revela uma dificuldade conceitual relativa à visualização de estruturas tridimensionais, o que reforça a importância da utilização de materiais manipuláveis e tarefas exploratórias para a aprendizagem desta grandeza.

Figura 10: Resolução das alunas



As alunas procederam à construção do cubo (Figura 11), medindo os balões depois de cheios para garantir que cada aresta tinha 100 cm e uniram os vértices com corda. No final, ao ver a estrutura:

Figura 11: Registo fotográfico da construção das alunas



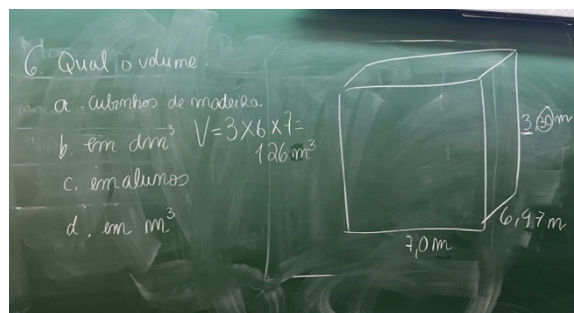
- MD: ... *professora isto está bem? É que é muito grande...*
- E: *MD está, não te esqueças que o cubo cresce 1 metro em cada direção, por isso fica grande.*

Através da intervenção da aluna MD e da sua expressão de espanto, foi possível identificar a sua *dificuldade conceptual* relativa à *visualização de estruturas tridimensionais*. Além desta *dificuldade conceptual*, podemos ainda apontar a dificuldade em compreender a escala e a proporção das unidades de medida cúbicas, evidenciada pela expressão de surpresa da aluna, assim como a sua incapacidade em relacionar as dimensões com o volume do objeto e compreender que o volume aumenta exponencialmente com o aumento das dimensões lineares. Mais uma vez, E evidencia *conhecimento conceptual* a este nível (*estrutura espacial*) ao responder à colega.

A construção do cubo de 1 m³ com balões ajudou a consolidar a compreensão das dimensões e volumes reais. A interação entre as alunas, com a verificação dos cálculos e correções de erros, sublinhou a eficácia da aprendizagem colaborativa. A aluna MD, apesar das dificuldades iniciais, beneficiou significativamente do apoio das colegas, o que reforça a importância de ambientes de aprendizagem colaborativos e de apoio (Battista & Clements, 1998).

Para responderem às últimas questões (4, 5 e 6), utilizaram a *fica métrica* para medir a altura, comprimento e largura da sala e depois fazer os cálculos (Figura 12).

Figura 12: *Registo da resolução das alunas*



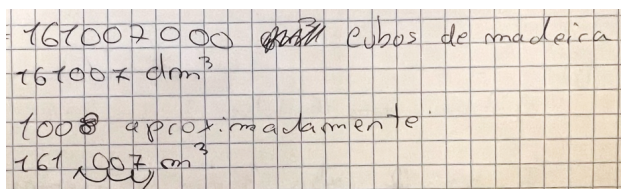
Calcularam o volume da sala ($7 \times 6 \times 3$ – utilizaram apenas a “parte inteira” pois não era possível “cortar pessoas e cubinhos de madeira”) e consideraram que o volume era 126 m^3 , logo, cabiam também 126 cubos da estrutura construída e, se em cada cubo cabiam aproximadamente 8 alunos, fizeram a proporção (intervenção abaixo):

- E: Sabemos que num cubo de 1 m^3 cabem 8 alunos, como não podemos cortar pessoas em partes fazemos $3 \times 7 \times 6 = 126$ cubos. Depois multiplicamos por 8 alunos, cabem aproximadamente 1008 alunos

Através da resposta à questão 5, é possível verificar a nível do *conhecimento conceptual* uma boa compreensão do *conceito de volume*, assim como da *relação entre volume e dimensões*. Importa referir que a implementação desta tarefa coincidiu também com a formalização da fórmula de volume. No entanto, as alunas E e B, já utilizavam a multiplicação desde a primeira tarefa realizada, enquanto a MD apresentava dificuldades em perceber a relação entre a multiplicação e o cálculo de volume e que foram colmatadas com o trabalho desenvolvido ao longo das tarefas.

Podemos também verificar também uma melhoria relativa às *unidades de medida*, ao realizarem as conversões corretamente, como apresentado na Figura 13.

Figura 13: Resolução das alunas



O uso de estratégias diversificadas, desde a contagem direta até à aplicação de fórmulas, mostrou diferentes níveis de sofisticação entre as alunas. Alunas como E e B mostraram maior capacidade em abstrair e generalizar conceitos, enquanto a MD ainda depende de abordagens mais concretas. Esta diferenciação nas estratégias está alinhada com os pressupostos de Battista (2007), que sugere que o desenvolvimento do pensamento geométrico e espacial varia significativamente entre os alunos e requer abordagens pedagógicas diferenciadas para atender às suas necessidades específicas.

4.1.4. Tarefa 4

Esta última tarefa foi realizada já em contexto de sala de estudo, apenas com as alunas selecionadas. Foi entregue um enunciado a cada aluna e explicado que o objetivo era compreender se as atividades realizadas proporcionaram aprendizagens e de que tipo, e quais as dúvidas que permaneciam.

Depois de resolvidas, as fichas foram recolhidas e analisadas, tendo a turma resolvido posteriormente como forma de estratégia de revisão para a ficha sumativa.

Relativamente aos resultados as alunas E e B resolveram os cinco exercícios corretamente, sem dificuldade, enquanto que na aluna MD se reiteraram dificuldades nas conversões das unidades de medida e na contagem de cubos não visíveis, como apresentado de seguida (Figura 14).

Figura 14: Resolução da aluna MD tarefa 4

i. Considera uma sequência de quatro sólidos, construídos com cubos geometricamente iguais, dos quais se representam os três primeiros nas figuras seguintes. Considera o cubo da figura 1 como unidade de medida de volume.

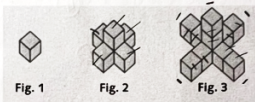


Fig. 1 Fig. 2 Fig. 3

1.1. Determina o volume de cada um dos sólidos.

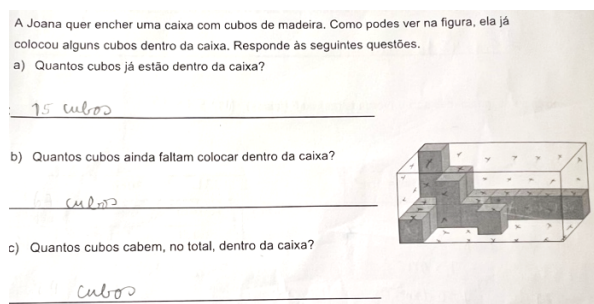
R: Fig. 1 - 1 cubo Fig. 2 - 5 cubos Fig. 3 - 10 cubos

1.2. Mantendo-se a regularidade sugerida, qual será o volume do sólido da figura 4?

R: Fig. 4 = 15 cubos

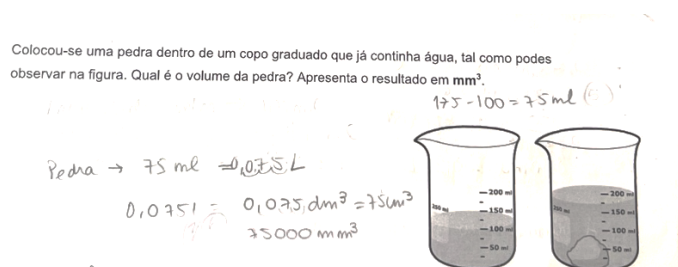
Como é possível verificar, a aluna apenas contou os cubos visíveis, não considerando o cubo do centro “escondido” (*dificuldade procedimental* relativa à *contagem de cubos*). Para chegar ao sólido seguinte (mantendo o erro de contagem do cubo não visível) teve também necessidade de “acrescentar” um cubo em cada dimensão, não conseguindo ver a regularidade e fazer essa manipulação mentalmente (*dificuldade conceptual* relativa à *visualização de estruturas tridimensionais*). Estes equívocos denotam a necessidade de tarefas de reforço conceptual, principalmente ao nível da visualização de estruturas tridimensionais.

Figura 15: Resolução da aluna MD tarefa 4



Este exercício (Figura 15) era muito semelhante ao realizado na tarefa 1 e, tal como nessa tarefa, em que a aluna MD responde que precisava de mais cubos, nesta questão teve a mesma dificuldade. Podemos verificar que contou os cubos visíveis (15 cubos), não contabilizando os detrás e que estão escondidos. Para responder às outras questões, ainda tentou contar quantos faltariam colocar, mas sem sucesso. O nível de dificuldade deste exercício, quando comparado ao da tarefa 1, é também superior e exigia que mobilizassem também o *conhecimento conceptual* relativo à *relação entre volume e dimensões*, uma das dificuldades mais evidenciadas pela aluna MD. Ao longo do trabalho realizado a MD demonstrou *conhecimento conceptual* relativo à *estrutura espacial*, mas tendo em conta a sua necessidade de “preencher” uma camada e só depois multiplicar pelo número de camadas, a resolução deste exercício com sucesso ficou condicionada.

Figura 16: Resolução da aluna MD



Tal como podemos verificar na figura 16, apesar da aluna demonstrar dificuldade em manipular estruturas tridimensionais, apresenta um bom entendimento do *conceito de volume (conhecimento conceptual)*, ao responder adequadamente a esta questão da tarefa.

Esta avaliação individual permitiu verificar a interiorização dos conceitos trabalhados. Estes resultados indicam que, embora a aluna MD tenha demonstrado progresso, necessita ainda de apoio e de reforço para alcançar o mesmo nível de

compreensão das colegas. Esta verificação é também consistente com a literatura, que sugere que os alunos em diferentes níveis de desenvolvimento cognitivo necessitam de tempos diferentes e múltiplas abordagens pedagógicas para adquirir conceitos matemáticos complexos (Battista, 2007; Hiebert & Carpenter, 1992).

4.1.5 Estratégias e níveis de estruturação

A evolução das alunas ao longo das tarefas revela a importância de um ensino progressivo e adaptativo. A implementação de atividades exploratórias, combinadas com as discussões coletivas e intervenções diretas, permitiu uma melhoria contínua na compreensão dos conceitos de volume.

Cruzando as estratégias utilizadas e observadas em cada tarefa e os quadros síntese de Battista (2007) relativos ao tipo de estratégia e o seu nível de sofisticação, podemos constatar que a aluna MD utilizava majoritariamente a **Estratégia E (Uso de outra estratégia diferente)**: desmontava frequentemente os sólidos para contar cubo a cubo, demonstrando uma abordagem concreta e básica para resolver problemas de volume e o nível de sofisticação pode ser enquadrado entre o **nível 1** (contagem dos elementos de forma aleatória e muitas vezes errada, como evidenciado em erros na dupla contagem) e o **nível 2** (começou a organizar a contagem por camadas, mas ainda de forma inconsistente). A aluna B, evoluiu para utilizar a multiplicação das camadas para calcular o volume, mostrando uma capacidade de organizar os cubos de maneira mais estruturada ("*Tem 24 pois tem menos 3 cubos do que o A*" - B2T2) – **Estratégia A** e a **Estratégia D**, quando mostrou também a capacidade de aplicar a fórmula de volume corretamente em algumas situações. Relativamente ao nível de sofisticação podemos considerar que se encontra entre o **nível 4** (estruturava as composições por camadas, demonstrando uma compreensão da relação entre as dimensões e o volume dos sólidos) e o **nível 5** (modelo mental mais completo, que permitia localizar todos os cubos numa disposição, mas ainda havia ineficiências em estruturas maiores). Por último, a aluna E utilizava frequentemente como estratégias a **Estratégia D** (utilizava diretamente a fórmula do volume e era capaz de aplicar conceitos abstratos de forma correta e eficiente - "*Se cada arranha-céus tem 125 apartamentos e se só querem 60, então só precisam de 1 e ainda sobra espaço*" -

E2T3) e a **Estratégia B** (conseguiu visualizar o conjunto de cubos no espaço sem depender de camadas específicas para a contagem). O nível de sofisticação podemos considerar que está entre o **nível 5/6**, um modelo mental avançado e generalizável, que lhe permitia visualizar a estrutura tridimensional dos sólidos e aplicar a contagem por linhas, colunas ou camadas sem a necessidade de materiais manipuláveis, conseguindo também generalizar conceitos a situações mais complexas.

4.2. Resposta às questões de investigação

4.2.1. Que aprendizagens são evidenciadas pelos alunos do ponto de vista do conhecimento conceptual e procedimental em relação ao conceito de volume?

Para responder a esta questão, tomei como ponto de partida a grelha de análise de conteúdo em que categorizou as unidades de registo evidenciadas em cada tarefa (Anexo D).

Do ponto de vista do conhecimento conceptual, as alunas evidenciaram a compreensão do conceito de volume ao identificar que diferentes sólidos podem ter o mesmo volume, independentemente da sua forma, o que constitui um indicador de que os alunos estão a desenvolver a compreensão desta grandeza. As descrições que mostram a capacidade de decompor e recompor sólidos tridimensionais indicam compreensão das estruturas espaciais e refletem a capacidade de visualizar e manipular mentalmente estruturas tridimensionais. A correta conversão de unidades de medida (na última tarefa) demonstra a compreensão das unidades utilizadas para medir volumes, essencial para a aplicação dos conceitos em situações reais. Podemos ainda referir a capacidade demonstrada pelas alunas de relacionar corretamente as dimensões de um objeto com seu volume, aplicando as fórmulas apropriadas.

Procedimentalmente, as alunas E e B revelaram eficácia no uso correto da fórmula e à aplicação dos conceitos aos problemas, o que mostra não apenas a memorização da mesma, mas como e quando aplicá-la. A contagem correta de cubos, incluindo os cubos ocultos, foi um indicador importante do progresso das alunas E e B, assim como a capacidade de construir e transformar sólidos tridimensionais, indicando o

desenvolvimento da compreensão espacial. Já a MD apenas conseguiu estruturar espacialmente o sólido, em construções simples, através da interação com as colegas durante as tarefas.

4.2.2. Quais as maiores dificuldades apresentadas pelos alunos na compreensão do conceito de volume?.

As principais dificuldades apresentadas pelas alunas do ponto de vista do conhecimento conceptual foram ao nível da conversão de unidades, como foi visível na Tarefa 3 com a dificuldade em converter cm^3 para dm^3 , indicando uma lacuna na compreensão das relações entre diferentes unidades de medida. Relativamente à visualização espacial, foi evidenciado pela aluna MD dificuldades em visualizar e manipular mentalmente estruturas tridimensionais, o que está em conformidade com o Nível 1-2 de sofisticação dos processos mentais de Battista (2007).

Do ponto de vista procedimental a maior dificuldade apresentada foi a contagem de cubos não visíveis, pela aluna MD, mostrando a necessidade de um modelo mental mais estruturado (Nível 3).

5. CONCLUSÕES

| ' ' | | '3' |

Neste capítulo serão apresentadas as principais conclusões do estudo realizado, assim como os constrangimentos e limitações durante o seu desenvolvimento.

Esta investigação-ação teve como principal objetivo dar resposta à questão de investigação: *“Quais os contributos de uma trajetória de aprendizagem baseada em etapas que visam o desenvolvimento do conhecimento da grandeza volume?”*. Através da trajetória concebida e das tarefas selecionadas e realizadas foi possível observar de que forma os alunos desenvolvem tanto o conhecimento conceptual quanto o procedimental relacionado com a grandeza volume. Os resultados obtidos indicaram progressos em ambos os aspetos.

Demonstraram, nas suas resoluções e interações, uma compreensão correta do conceito de volume, evidenciando que diferentes sólidos podem ter o mesmo volume, independentemente da sua forma. Este entendimento está alinhado com as teorias de Piaget sobre o desenvolvimento cognitivo das crianças, especialmente no que diz respeito à conservação das propriedades dos objetos. Além disso, os alunos revelaram capacidade em utilizar diferentes estratégias para calcular o volume, desde a contagem de cubos até à aplicação direta da fórmula matemática ($V = c \times l \times h$).

As capacidades procedimentais foram também desenvolvidas de forma significativa. Aprenderam a aplicar a fórmula de maneira correta, a dar-lhe significado, a realizar conversões entre diferentes unidades de medida e a construir e transformar sólidos tridimensionais. Estas competências são fundamentais para a compreensão do conceito de volume, preparando os alunos para resolver problemas em situações reais e mais complexos.

Relativamente à questão problema, podemos referir que os resultados deste estudo evidenciam que uma trajetória de aprendizagem baseada em etapas que privilegiam o desenvolvimento gradual e sequencial deste conceito é altamente benéfica para o conhecimento da grandeza volume. A trajetória de aprendizagem implementada permitiu que os alunos construíssem gradualmente essa compreensão. As atividades sequenciais ajudaram os alunos a perceber que o volume corresponde ao espaço tridimensional ocupado, independentemente da forma do objeto. Esta compreensão foi demonstrada pela capacidade das alunos reconhecerem que diferentes sólidos podem ter o mesmo volume e de explicar este conceito corretamente. As tarefas exploratórias e com recurso a

materiais manipuláveis proporcionaram oportunidades para os alunos reforçarem o conhecimento conceptual e também desenvolverem as capacidades procedimentais, tornando-os mais competentes na resolução de problemas relacionados com esta grandeza.

Foi notório a utilização de diferentes estratégias ao longo das tarefas, desde a contagem de cubos individualmente até à aplicação direta da fórmula, mesmo sem que tivesse sido solicitado que o fizessem. Estas estratégias refletem diferentes níveis de sofisticação dos processos mentais descritos por Battista (2007). Esta trajetória de aprendizagem permitiu que as alunas evoluíssem nas suas estratégias de raciocínio, passando de métodos mais concretos para abordagens mais abstratas e generalizáveis.

A manipulação de sólidos tridimensionais ajudou as alunas a desenvolverem uma melhor compreensão espacial e o facto de se utilizar uma abordagem colaborativa/cooperativa permitiu também que aprendessem na interação, partilhando estratégias e discutindo raciocínios. Este ambiente de aprendizagem cooperativa foi essencial para o desenvolvimento cognitivo, conforme descrito por Hiebert e Carpenter (1992). O apoio entre colegas ajudou-os a esclarecer dúvidas e a reforçar o seu entendimento sobre o conceito.

Apesar dos resultados positivos, o desenvolvimento deste estudo enfrentou diversos constrangimentos que impactaram a sua execução. O tempo disponível para a realização do estudo foi limitado, o que impôs restrições no número de tarefas que puderam ser planeadas e implementadas. A natureza iterativa da investigação-ação exige múltiplos ciclos de planeamento, ação, observação e reflexão para ajustar e afinar as práticas pedagógicas. No entanto, devido à restrição de tempo, foi possível conduzir apenas um número limitado de ciclos, o que pode ter limitado também a profundidade da análise e das intervenções.

Outro constrangimento significativo foi o volume de trabalhos a serem realizados concomitantemente. A condução de um estudo de investigação-ação requer um grande investimento de tempo na preparação dos materiais, realização das atividades, recolha e análise de dados. Em simultâneo, existiam outras responsabilidades académicas (PES 1.º CEB e elementos de avaliação associados à mesma) que exigiam atenção e dedicação, o que dificultou a entrega total e exclusiva ao estudo. Esta acumulação de tarefas pode ter

impactado a capacidade de implementar intervenções mais detalhadas e de realizar uma análise mais extensa dos dados recolhidos.

Conciliar as exigências do estudo com a vida profissional e pessoal foi também um desafio constante e significativo. A gestão do tempo entre as responsabilidades profissionais e as pessoais e familiares, limitou a disponibilidade para me focar no estudo. Este equilíbrio delicado resultou num menor tempo dedicado à análise e reflexão crítica sobre os dados.

Apesar dos constrangimentos mencionados, a realização deste estudo foi bastante gratificante pois permitiu identificar áreas em que os alunos necessitam de maior apoio e intervenções mais específicas e os dados obtidos são consistentes com as teorias de Battista, Clements, Sisman e Aksu, que enfatizam a importância das experiências concretas e exploratórias, com materiais manipuláveis no desenvolvimento do conhecimento geométrico e espacial. As aprendizagens evidenciadas pelos alunos destacam a eficácia desta abordagem no ensino de conceitos matemáticos complexos.

Em sùmula, posso considerar que a concretização dos objetivos específicos deste estudo foi bem-sucedida, como é possível observar no capítulo anterior.

6. REFLEXÃO FINAL

| ' ' | | ' ' |

“Mais do que um reprodutor de práticas o professor é um reinventor de práticas, reconfigurando-as de acordo com as especificidades dos contextos e dos públicos.”

Canário (1998, p.20).

A citação de Canário sublinha uma verdade fundamental para a docência atualmente: a necessidade de inovação e adaptação constante. Durante a PES II, esta máxima revelou-se essencial nos dois ciclos de ensino. No primeiro ciclo, em que os alunos se encontram no início do seu percurso escolar, a prática pedagógica exige criatividade e flexibilidade para envolver e motivar as crianças para as diferentes aprendizagens e diferentes áreas curriculares. A experiência demonstrou que, para manter o foco e o interesse dos alunos, o professor deve estar sempre pronto a reinventar métodos e técnicas, ajustando-as ao ritmo e aos interesses da turma.

No segundo ciclo, a transição dos alunos para conceitos mais abstratos e a necessidade de desenvolver competências mais avançadas, como o pensamento crítico e a resolução de problemas, exigem que o professor seja ainda mais dinâmico. Aqui, a reconfiguração das práticas pedagógicas baseia-se na análise contínua das reações dos alunos e na adaptação dos conteúdos para torná-los mais relevantes e compreensíveis. A PES II proporcionou uma plataforma importante para experimentar e ajustar diferentes abordagens pedagógicas, promovendo um ensino mais eficaz e inclusivo.

Além disso, o recurso a diferentes abordagens, mesmo em contexto da PES, pode contribuir para a integração de novas tecnologias no ensino. Conforme destacado por Mishra e Koehler (2006), o conhecimento pedagógico sobre o uso eficaz da tecnologia é essencial para preparar os alunos para o futuro digital. Ao recorrer a estas abordagens promovemos também a compreensão de como as tecnologias podem ser integradas de forma eficaz no currículo, melhorando a motivação e a aprendizagem dos alunos.

No entanto, para que o professor possa desempenhar eficazmente este papel de reinventor, como aponta Canário (1998), é imprescindível também que se envolva ativamente no processo de investigação em educação. A investigação não enriquece apenas a prática docente, mas também contribui significativamente para a melhoria contínua dos processos de ensino e aprendizagem. Segundo o autor, o professor deve ser

visto como um "praticante reflexivo", alguém que examina e reflete constantemente sobre sua prática para melhorar e inovar. Esta reflexão crítica é a base da investigação e que lhe permite entender melhor os contextos em que atua e adaptar as suas práticas de forma mais eficaz, promovendo um ensino mais personalizado e significativo.

Planejar ações de ensinar eficazes implica assumir uma postura *estratégica*, isto é, conceber um percurso orientado para a melhor forma de atingir uma finalidade pretendida, no caso a aprendizagem de alguma coisa (conceitos, factos, relações, competências, saberes práticos e muitos outros que integram os conteúdos curriculares) por um conjunto diversificado de alunos.

(Roldão, 2009, p.58)

A experiência desenvolvida na Prática de Ensino Supervisionada II (PES II) exemplifica claramente estes benefícios. Durante a PES II, com o desenvolvimento do estudo empírico, foi possível observar diretamente os efeitos das estratégias pedagógicas em sala de aula, recolher dados e refletir sobre a prática docente. Este processo investigativo é fundamental para o desenvolvimento de competências profissionais cruciais, como a capacidade de análise crítica e a resolução de problemas. Ao envolver-se na investigação, o professor, além de melhorar as suas próprias práticas, contribui também para a evolução do conhecimento pedagógico. Hargreaves (1996) destaca que a investigação em educação é crucial para a inovação pedagógica, pois fornece evidências baseadas em dados que podem orientar a implementação de novas metodologias e técnicas de ensino.

A integração da investigação na prática docente promove também uma cultura de aprendizagem contínua e desenvolvimento profissional. Esta mentalidade de aprendizagem contínua é fundamental para a eficácia a longo prazo na profissão docente, especialmente num mundo em constante mutação onde as exigências de aprendizagem estão em evolução constante.

Com este processo aperfeiçoei também a minha capacidade crítica e de observação, bem como meu pensamento científico ao abordar problemas, considerar hipóteses, testá-las, verificar resultados, tirar conclusões e explorar novas possibilidades de intervenção.

Para concluir, esta experiência enquanto estagiária destacou vários aspetos significativos para o meu desenvolvimento pessoal e profissional. Primeiramente, a capacidade de adaptação e resiliência foi amplamente desenvolvida, com a necessidade constante de ajustar as práticas pedagógicas para atender às diferentes necessidades e fragilidades dos alunos. Em segundo lugar, fomentou uma maior compreensão e empatia relativamente aos desafios enfrentados pelos alunos, promovendo um ambiente de aprendizagem mais inclusivo. Além destes aspetos é importante referir que a minha experiência letiva anterior, com alunos do ensino secundário, influenciou significativamente o meu percurso enquanto estagiária e a minha ação junto de alunos mais jovens. Na minha prática pedagógica é já comum trabalhar por projetos e em interdisciplinaridade, envolvendo toda a comunidade escolar, recorrer a atividades experimentais para promover a aprendizagem e ambientes de trabalho colaborativos, o que me munuiu de ferramentas importantes para estruturar o desenvolvimento da aula, prever dificuldades e definir possíveis ajustes, dar instruções claras e conduzir as atividades/tarefas com alguma tranquilidade e empatia, apesar da faixa etária ser muito diferente e de os alunos se encontrarem num estágio de desenvolvimento também muito díspar.

Esta minha perspetiva de aprendizagem e o reconhecer que cada aluno a experiencia de forma muito própria, juntamente com a perceção das dificuldades que os alunos enfrentam já em níveis de ensino mais avançados, permitiu-me antecipar algumas dessas dificuldades e adotar uma abordagem mais detalhada e cuidadosa, ter um olhar mais clínico e a refletir criticamente sobre a minha ação, ajustando-a conforme as necessidades diagnosticadas. Esta experiência anterior também me ensinou a incentivar a autonomia e o pensamento crítico desde cedo, a capacidade de argumentar e estruturar o raciocínio e discurso, competências essenciais enquanto cidadão ativo.

Acredito que esta experiência, apesar de desafiante, dotou-me de ferramentas úteis para refletir sobre a minha prática profissional e construir novo conhecimento. Tal como nos diz José Saramago:

"É preciso sair da ilha para ver a ilha. Não nos vemos se não saímos de nós."

REFERÊNCIAS

| | " | | | "

- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Edições 70.
- Battista, M. T., & Clements, D. H. (1996). Students' understanding of three-dimensional rectangular arrays of cubes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27 (3), 258-292.
- Battista, M. T., & Clements, D. H. (1998). Finding the number of cubes in rectangular cube buildings. *Teaching Children Mathematics*, 4 (5), 258-264.
- Battista, M. T. (1999). Fifth Graders Enumeration of Cubes in 3D Arrays: Conceptual Progress in an Inquiry-Based Classroom. *Journal for Research in Mathematics Education*, 30 (4), 417-448.
- Battista, M. T. (2003). Understanding Students' Thinking about Area and Volume Measurement. In D. H. Clements & G. Bright, (Eds.), *Learning and Teaching Measurement: 2003 Yearbook* (pp. 122-142). *National Council of Teachers of Mathematics*.
- Battista, M. T. (2007). The Development of Geometric and Spatial Thinking. In F. Lester, (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 843-908). *National Council of Teachers of Mathematics*.
- Bishop, A. J. (1988). *Mathematical Enculturation: A Cultural Perspective on Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1992). *Qualitative research for education: An introduction to theory and methods* (2nd ed.). Allyn and Bacon.
- Bruner, J. S. (1999). *Para uma Teoria da Educação*. Relógio D'Água Editores.
- Canário, R. (1998). A escola: o lugar onde os professores aprendem. *Psicologia da Educação*, (6).
- Clements, D. H., & Sarama, J. (2004). Learning trajectories in mathematics education. *Mathematical Thinking and Learning*, 6 (2), 81-89.

- Clements, D. H., & Stephan, M. (2003). Learning and teaching measurement: 2003 Yearbook. In D. H. Clements & G. Bright (Eds.), *Learning and teaching measurement: 2003 Yearbook* (pp. 3-16). *National Council of Teachers of Mathematics*.
- Creswell, J. W. (2013). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Curry, M., Mitchelmore, M., & Outhred, L. (2006). Development of children's understanding of volume: A teaching experiment. *Mathematics Education Research Journal*, 18 (2), 75-95.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (4th ed.). SAGE Publications.
- Figueira, C., Gomes, F., Castro, J. P., Rabaça, M. J., Oliveira, M. J. C., Neves, M. P. & Almeida, P. (Junho, 2006). Cadeia de Tarefas para o Ensino das Grandezas e Medidas. In *Programa de Formação Contínua em Matemática para Professores do 1.º Ciclo*. Escola Superior de Educação de Lisboa.
- Hargreaves, D. H. (1996). *Teaching as a Research-Based Profession: Possibilities and Prospects. Teacher Training Agency Annual Lecture*. London: Teacher Training Agency.
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Learning and Teaching with Understanding. *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 65–97). Macmillan Publishing Co, Inc.
- Hiebert, J., & Lefevre, P. (1986). Conceptual and procedural knowledge in mathematics: An introductory analysis. In J. Hiebert (Ed.), *Conceptual and procedural*

- knowledge: The case of mathematics* (pp. 1–27). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn?. *Educational Psychology Review*, 16 (3), 235-266.
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation*. Jossey-Bass.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative Data Analysis: A Methods Sourcebook* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017-1054.
- Owens, K., & Outhred, L. (2006). The complexity of learning geometry and measurement. In P. Grootenboer, R. Zevenbergen, & M. Chinnappan (Eds.), *Identities, cultures, and learning spaces: Proceedings of the 29th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (Vol. 2, pp. 376-383). Adelaide: MERGA.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Piaget, J. (1970). *Science of Education and the Psychology of the Child*. Orion Press.
- Roldão, M. C. (2009). *Estratégias de ensino*. Fund. Manuel Leão.
- Rosenshine, B. (2012). Principles of Instruction: Research-Based Strategies That All Teachers Should Know. *American Educator*, 36 (1), 12-20.
- Silva, J. (2013). *Refletindo sobre a Prática Pedagógica – A argumentação: um percurso didático da oralidade à escrita*. (dissertação de mestrado não publicada). Escola Superior de Educação e Ciências Sociais, Instituto Politécnico de Leiria, Leiria.

- Sisman, G. T., & Aksu, M. (2015). A Study on Sixth Grade Students' Misconceptions and Errors in Spatial Measurement: Length, Area, and Volume. *International Journal of Science and Mathematics Education, 14*, 1293-1319.
- Stake, R. E. (1995). *The Art of Case Study Research*. SAGE Publications.
- Stringer, E. T. (2013). *Action research* (4th ed.). SAGE Publications.
- Van de Walle, J. A. (2007). *Elementary and Middle School Mathematics: Teaching Developmentally*. Pearson.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press.

ANEXOS

| | ' ' | | ' ' |

Anexo A.

| | ' ' | | ' '

Anexo A. Grelha de avaliação PI 1.º CEB

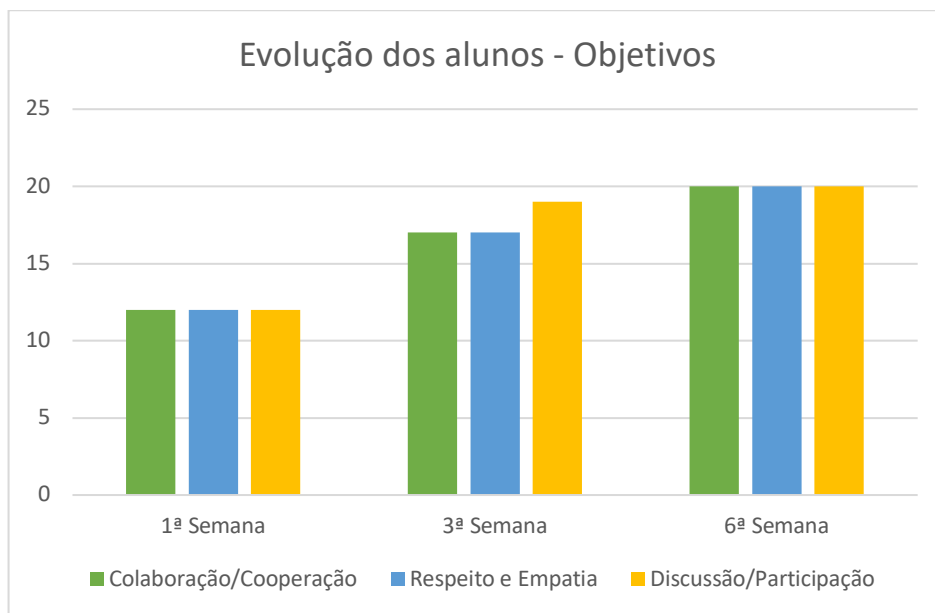
1ª Semana de Intervenção			
Descritores	Colaboração/Cooperação	Respeito e Empatia	Discussão/Participação
Alunos			
1	N	N	N
2	N	N	N
3	N	N	N
4	N	N	N
5	S	S	S
6	N	N	N
7	N	N	N
8	S	S	S
9	S	S	S
10	S	S	S
11	N	N	N
12	N	N	N
13	S	S	S
14	N	N	N
15	N	N	N
16	S	S	S
17	S	S	S
18	S	S	S
19	S	S	S
20	N	N	N
21	S	S	S
22	S	S	S
23	N	N	N
24	S	S	S
25	N	N	N

3ª Semana de Intervenção			
Descritores	Colaboração/Cooperação	Respeito e Empatia	Discussão/Participação
Alunos			
1	N	N	N
2	N	N	N
3	N	N	S
4	S	N	S
5	S	S	S

6	S	S	S
7	N	N	N
8	S	S	S
9	S	S	S
10	S	S	S
11	S	S	S
12	N	N	N
13	S	S	S
14	S	S	S
15	N	N	N
16	S	S	S
17	S	S	S
18	S	S	S
19	S	S	S
20	S	S	S
21	S	S	S
22	S	S	S
23	N	N	N
24	S	S	S
25	N	S	S

6ª Semana de Intervenção			
Descritores	Colaboração/Cooperação	Respeito e Empatia	Discussão/Participação
Alunos			
1	N	N	N
2	S	S	S
3	N	N	S
4	S	S	S
5	S	S	S
6	S	S	S
7	N	N	N
8	S	S	S
9	S	S	S
10	S	S	S
11	S	S	S
12	N	N	N
13	S	S	S
14	S	S	S
15	N	N	N
16	S	S	S

17	S	S	S
18	S	S	S
19	S	S	S
20	S	S	S
21	S	S	S
22	S	S	S
23	S	S	N
24	S	S	S
25	S	S	S



Anexo B.

| ' ' | | ' |

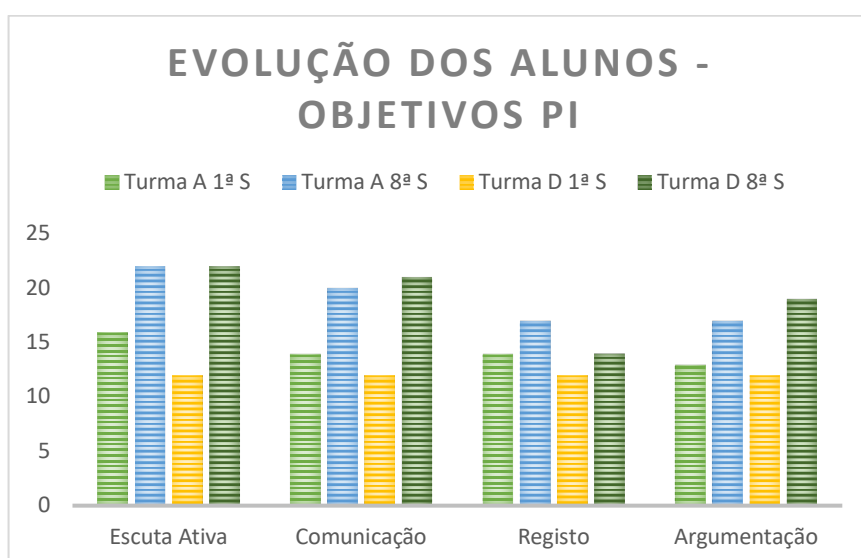
Anexo B. Grelha de avaliação PI 2.º CEB

1ª Semana de Intervenção - Turma A				
Descritores	Escuta Ativa	Comunicação	Registo	Argumentação
Alunos				
1	S	S	S	S
2	N	N	N	N
3	N	N	N	N
4	N	N	N	N
5	S	S	S	S
6	S	N	S	N
7	N	N	N	N
8	S	S	S	S
9	S	S	S	S
10	S	S	S	S
11	S	N	N	N
12	N	N	N	N
13	S	S	S	S
14	S	N	N	N
15	N	N	N	N
16	S	S	S	S
17	S	S	S	S
18	S	S	S	S
19	S	S	S	S
20	N	N	N	N
21	S	S	S	S
22	S	S	S	S
23	N	N	N	N
24	S	S	S	S

1ª Semana de Intervenção - Turma D				
Descritores	Escuta Ativa	Comunicação	Registo	Argumentação
Alunos				
1	N	N	N	N
2	N	N	N	N
3	N	N	N	N
4	N	N	N	N
5	S	S	S	S
6	N	N	N	N
7	N	N	N	N
8	S	S	S	S
9	S	S	S	S
10	S	S	S	S
11	N	N	N	N
12	N	N	N	N
13	S	S	S	S
14	N	N	N	N
15	N	N	N	N
16	S	S	S	S
17	S	S	S	S
18	S	S	S	S
19	S	S	S	S
20	N	N	N	N
21	S	S	S	S
22	S	S	S	S
23	N	N	N	N
24	S	S	S	S

8ª Semana de Intervenção - Turma A				
Descritores	Escuta Ativa	Comunicação	Registo	Argumentação
Alunos				
1	S	S	S	S
2	N	N	N	N
3	N	N	N	N
4	N	N	N	N
5	S	S	S	S
6	S	N	S	N
7	N	N	N	N
8	S	S	S	S
9	S	S	S	S
10	S	S	S	S
11	S	N	N	N
12	N	N	N	N
13	S	S	S	S
14	S	N	N	N
15	N	N	N	N
16	S	S	S	S
17	S	S	S	S
18	S	S	S	S
19	S	S	S	S
20	N	N	N	N
21	S	S	S	S
22	S	S	S	S
23	N	N	N	N
24	S	S	S	S

8ª Semana de Intervenção - Turma D				
Descritores	Escuta Ativa	Comunicação	Registo	Argumentação
Alunos				
1	N	N	N	N
2	N	N	N	N
3	N	N	N	N
4	N	N	N	N
5	S	S	S	S
6	S	S	N	S
7	S	S	S	S
8	S	S	S	S
9	S	S	S	S
10	S	S	S	S
11	N	N	N	N
12	S	S	S	S
13	S	S	S	S
14	N	N	N	N
15	S	S	N	N
16	S	S	S	S
17	S	S	S	S
18	S	S	S	S
19	S	S	S	S
20	N	N	N	N
21	S	S	S	S
22	S	S	S	S
23	S	N	N	S
24	S	S	S	S



Anexo C.

| ' ' | | ' ' |

Anexo C. Modelo de investigação implementado

(baseado em Kemmis citado por Coutinho et al (2009))

Momento	Descrição	Ações planeadas	Ferramentas utilizadas
Planificação	<ul style="list-style-type: none"> - Definição de metodologias e recursos didáticos. - Formação de grupos com base no nível de raciocínio. - Planeamento das intervenções e cronograma de aulas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar as Aprendizagens Essenciais. - Selecionar as tarefas a implementar. - Definir a sequência de tarefas. - Selecionar os recursos didáticos. - Estabelecer um cronograma de atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aprendizagens essenciais. - Brochura – tarefas (Figueira et al, 2006). - Cronograma.
Ação	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação das tarefas. - Observação direta e apoio durante as atividades. 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementar as tarefas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Materiais manipuláveis/ didáticos. - Observação direta.
Observação	<ul style="list-style-type: none"> - Recolha de dados durante as tarefas. - Notas de campo dos comportamentos, dúvidas e dificuldades observadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Registrar as observações em notas de campo. - Recolher e analisar as respostas dos alunos. - Obter feedback dos alunos através da discussão coletiva. - Analisar os diálogos estabelecidos entre os elementos do grupo em estudo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Notas de Campo. - Produções dos alunos. - Notas sobre a discussão coletiva. - Diálogos do grupo.

<p>Reflexão</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Análise dos dados para avaliar o progresso dos alunos - Identificação das principais dificuldades. - Reflexão sobre a eficácia das metodologias aplicadas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar as aprendizagens e dificuldades demonstradas. - Realizar os ajustes necessários nas tarefas e metodologias. - Planear o próximo ciclo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análise dos dados. - Planeamento das próximas ações.
------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Anexo D.

| ' ' | | ' ' |

Anexo D. Tarefa 1

Volumes - Tarefa 1

Material: 32 cubos por grupo, folha quadriculada, lápis e régua

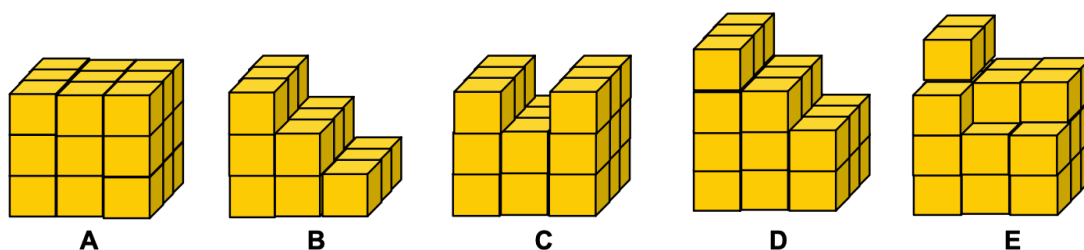
Tarefas:

1. Constrói 4 sólidos diferentes com 8 cubos. O que é que os sólidos que construístes têm em comum?
2. Constrói 3 sólidos, em que dois deles tenham o mesmo volume.
3. Imaginemos agora que cada cubo corresponde a um apartamento e o sólido transparente que têm à vossa frente corresponde a um arranha-céus.
 - 3.1. Quantos apartamentos tem o arranha-céus?
 - 3.2. Uma empresa quer construir 60 apartamentos, quantos arranha-céus são precisos?

Anexo D. Tarefa 2

Tarefa 2: Explorando o conceito de Volume

Material: 30 cubos por grupo e folha quadriculada (para entregar a resolução)



1. Constrói o sólido **A** com cubinhos.
2. Quantos cubinhos utilizaste na construção? Explica como contaste.
3. Transforma o sólido **A** no sólido **E**.
4. Transforma o sólido **E** no sólido **D**.
5. Reconstrói o sólido **A**. Transforma o sólido **A** no sólido **C**.
 - a. Quantos cubinhos tem o sólido **C**?
 - b. Como contaste?
6. Quais são os sólidos que têm o mesmo volume? Ordena os sólidos por ordem crescente de volume.
7. Constrói um sólido que tenha o dobro do volume do **sólido A**. Explica como construístes e indica o volume de ambos os sólidos.
8. Considera que cada cubinho tem 1cm de aresta, qual o volume dos sólidos?

Bom trabalho!

Anexo D. Tarefa 3

Tarefa 3 – “Quanto mede a nossa sala?”

Material:

- Cubos de madeira 1x1 cm
- Balões de modelar
- Bomba de ar
- Corda/fio
- Fita métrica e régua de 50cm

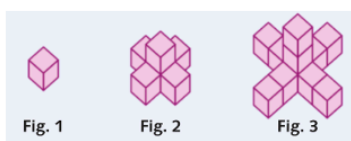
1. Utilizando os cubos de madeira, constrói um sólido com 1dm^3 de volume
 - a. Quantos cubos de madeira utilizaste?
2. Utilizando os balões cheios de ar, constrói 1 m^3 ;
 - a. Explica como planificaram a sua construção:
 - i. Quantas arestas tem o cubo;
 - ii. Quanto mede cada aresta;
3. Quantos alunos, aproximadamente, “cabem” num m^3 ?
 - a. Como chegaram a esse número? Por estimativa ou experimentaram Colocar-se dentro da construção?
4. Quantos m^3 consegues colocar na sala de aula? Como chegaste a esse número?
5. Então e agora quantos alunos cabem na sala (em camadas)? Explica o raciocínio.
6. Qual o volume da nossa sala em:
 - a. Em dm^3 ;
 - b. Cubinhos de madeira;
 - c. Em m^3 ;
 - d. Em alunos;

Anexo D. Tarefa 4

Ficha de trabalho

Nota: Na resolução das questões deves apresentar sempre todos cálculos que efetuaste.

1. Considera uma sequência de quatro sólidos, construídos com cubos geometricamente iguais, dos quais se representam os três primeiros nas figuras seguintes. Considera o cubo da figura 1 como unidade de medida de volume.



- 1.1. Determina o volume de cada um dos sólidos.

R: _____

- 1.2. Mantendo-se a regularidade sugerida, qual será o volume do sólido da figura 4?

R: _____

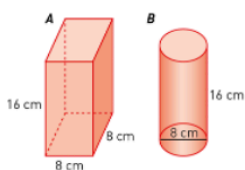
2. Completa os espaços de forma a obteres afirmações verdadeiras.

3L	= _____ cm ³
7500 dm ³	= _____ m ³
7500 dl	= _____ dm ³
8769 ml	= _____ L

3. Qual dos sólidos tem maior volume?

Apresenta todos os cálculos intermédios sem arredondamentos.

Usa 3,1416 para valor aproximado de π



$$V_{\text{paralelepípedo}} = c \times l \times a$$

$$V_{\text{cilindro}} = A_b \times a \\ = \pi \times r^2 \times a$$

R: _____

4. A Joana quer encher uma caixa com cubos de madeira. Como podes ver na figura, ela já colocou alguns cubos dentro da caixa. Responde às seguintes questões.

a) Quantos cubos já estão dentro da caixa?

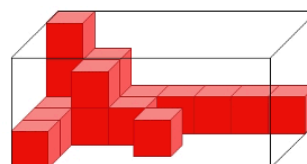
R: _____

b) Quantos cubos ainda faltam colocar dentro da caixa?

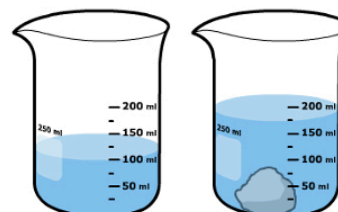
R: _____

c) Quantos cubos cabem, no total, dentro da caixa?

R: _____



5. Colocou-se uma pedra dentro de um copo graduado que já continha água, tal como podes observar na figura. Qual é o volume da pedra? Apresenta o resultado em mm^3 .



R: _____

Anexo E.

| ' ' | | ' ' |

Anexo E. Grelha de análise conteúdo das aprendizagens

Categories	Subcategorias	Indicadores	Unidades de Registo	Contexto
Conhecimento Conceptual	Conceito de volume	Explicações que mencionam espaço tridimensional, preenchimento de espaço, ou descrição correta do conceito de volume.	<p>“Todos têm o mesmo volume”</p> <p>“Todos têm 8 cubos, logo o mesmo volume”</p> <p>"Todos têm o mesmo volume de 8 cubos."</p> <p>“Contei os cubos um a um.”</p> <p>“O A, D e E, porque têm os mesmos cubinhos”</p> <p>“Não é possível construir porque $0,01\text{dm}^3$ não é maior que 1cm^3”</p> <p>“Se a capacidade antes da pedra era 100mL e depois da pedra 175mL, então a pedra são esses 75”</p>	<p>B1T1</p> <p>E1T1</p> <p>MD1T1</p> <p>MD1T2</p> <p>MD6T2</p> <p>E1T3</p> <p>E5T4, B5T4 e MD5T4</p>
	Estrutura Espacial	Descrições que mostram a capacidade de decompor e recompor sólidos tridimensionais.	<p>“Se cada piso tem 25 apartamentos e o arranha-céus tem 5 andares, então $25 \times 5 = 125$”</p> <p>“Nós passámos dois da frente para cá para trás”</p> <p>“Nós tiramos estes dois da frente e pusemos um aqui e um aqui.”</p> <p>“Agora tiramos estes 3 da fila do meio”</p> <p>“Tem 24, pois tem menos 3 cubos do que o A”</p> <p>“Sabemos que num cubo de 1m^3 cabem 8 alunos, como não podemos cortar pessoas em partes fazemos $3 \times 7 \times 6 = 126$ cubos. Depois multiplicamos por 8 alunos, cabem aproximadamente 1008 alunos”</p> <p>“Então fazemos 9 cubinhos por andar e como são 3 andares fazemos $9 \times 3 = 27$ cubinhos”</p>	<p>B3T1</p> <p>B2T2</p> <p>MD3T2</p> <p>E4T2</p> <p>E4T2</p> <p>E6T3</p> <p>MD1T2</p>
	Unidades de medida	Uso correto de medidas não convencionais e convencionais - metros cúbicos (m^3), litros (L) -, e as suas conversões.	<p>“$161,007 \text{ m}^3 = 161007000 \text{ cm}^3$”</p> <p>“$161,007 \text{ m}^3 = 161007 \text{ dm}^3$”</p> <p>“$75\text{mL} = 0,075\text{L} = 0,075\text{dm}^3$, $0,075\text{dm}^3 = 75000\text{mm}^3$”</p> <p>“$3000 \text{ cm}^3$; $7,5 \text{ m}^3$; 750dm^3; $8,769 \text{ L}$”</p>	<p>B6T3</p> <p>E6T3</p> <p>E5T4</p> <p>B5T4</p> <p>B2T4 e E2T4</p>

	Relação entre Volume e Dimensões	Descrições que relacionam corretamente as dimensões de um objeto com seu volume (comprimento, largura e altura).	<p>“2 sólidos com 8 cubos e um com 12: 2x2x2, 4x2x1 e 6x2x1)”</p> <p>“Tem 125 apartamentos – 5x5x5)</p> <p>“Se cada arranha-céus tem 125 apartamentos e se só querem 60, então só precisam de 1 e ainda sobra espaço.”</p> <p>“Se vocês virem o sólido A tem 3 de altura, 3 de comprimento e 3 de profundidade, agora preenchamos o resto”</p> <p>“Basta aumentar uma das dimensões para o dobro”</p> <p>“Tira-se 6 cubinhos da 3ª coluna, 3 da 2ª fila e 3 da 3ª fila”</p> <p>“(3x3x3) x 2 = 54cm³”</p> <p>"Enchemos os balões até 1m de comprimento e usamos a corda para amarrar e formar um cubo."</p> <p>“Acho que é a multiplicar 126 cubos por 8, porque a sala é maior que o cubo”</p> <p>“C = 7 cubos, A = 3 cubos, L = 4 cubos”</p>	<p>E2T1</p> <p>E3T1</p> <p>E3T1</p> <p>E1T2</p> <p>E7T2</p> <p>B5T2</p> <p>B7T2</p> <p>E2T3</p> <p>MD6T3</p> <p>B4T4</p> <p>E4T4</p>
Conhecimento Procedimental	Cálculo de Volume	Uso correto das fórmulas e aplicação prática	<p>“O Volume da sala é de 161,01 m³ (3,3x7x6,97)”</p> <p>“O sólido com maior volume é o A”</p> <p>“V = 7x3x4 = 84 cubos”</p>	<p>B5T3</p> <p>B3T4, E3T4 e MD3T4</p> <p>E4T4 e B4T4</p>
	Contagem de Cubos em estruturas tridimensionais	Respostas que mostram contagem correta de cubos, incluindo cubos ocultos.	<p>“fazemos 3+2+3 e depois multiplicamos por 3”</p> <p>“aqui tem 9 + 6 + 3 = 18 cubos”</p> <p>“A = 27 cubos, B = 18 cubos, C = 24 cubos, D = 27 cubos, E = 27 cubos”</p> <p>“1 cubo, 6 cubos e 11 cubos”</p> <p>“1, 6 e 11 cubos”</p> <p>“17 cubos”</p>	<p>MD1T2</p> <p>B4T2</p> <p>MD5T2</p> <p>MD6T2</p> <p>E1T4</p> <p>B1T4</p> <p>E4T4 e B4T4</p>

	Construção e transformação de sólidos	Descrições ou desenhos que mostram a correta construção, transformação e manipulação de sólidos tridimensionais.	<p>“Passamos estes 3 cubos para cima destes e assim fazemos $3 \times 6 = 18$” (3 n° de linhas e 6 cubos por linha)</p> <p>“A figura 4 vai ter 16 cubos”</p> <p>“Vai ter 16 cubos”</p> <p>“84 cubos – 17 cubos = 67 cubos”</p>	<p>E5T2</p> <p>E1T4</p> <p>B1T4</p> <p>E4T4 e</p> <p>B4T4</p>
--	---------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

Anexo F.

|' '' | | ''

Anexo F. Grelha de análise conteúdo das dificuldades

Categorias	Subcategorias	Indicadores	Unidades de Registo	Contexto
Dificuldades Conceptuais	Uso inadequado de conceitos	Erros conceptuais ao tratar volume, área e perímetro.	N/O	
	Visualização de estruturas tridimensionais	Respostas que mostram dificuldade em compreender a estrutura tridimensional de sólidos.	"Precisava de mais cubos para construir o arranha-céus." "Temos de usar o dobro dos cubos em cada dimensão e contar todos." "... professora, isto está bem? É que é muito grande!"	MD3T1 MD7T2 MD2T3
	Compreensão de unidades de medida	Erros na utilização ou conversão de unidades de medida.	"1cm ³ = 0,01dm ³ "	B1T3
Dificuldades Procedimentais	Aplicação incorreta da fórmula	Uso incorreto da fórmula para o cálculo do volume.	N/O	
	Contagem de cubos	Respostas que mostram contagem incorreta de cubos devido à consideração de apenas as faces visíveis.	"1, 5 e 10 cubos" "A figura 4 vai ter 15 cubos" "15 cubos"	MD1T4 MD1T4 MD4T4