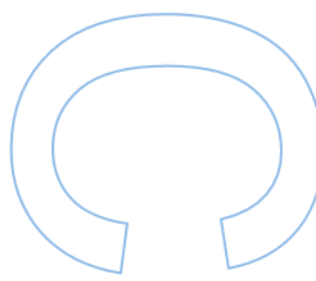
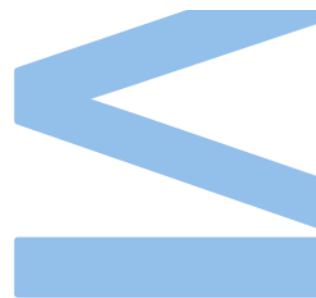


Investigação-ação no 11.º ano de escolaridade: ensino orientado para a investigação em estratigrafia

Ana Catarina Magalhães Coutinho

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3ºCiclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
2025



Investigação-ação no 11.º ano de escolaridade: ensino orientado para a investigação em estratigrafia

Ana Catarina Magalhães Coutinho

Relatório de Estágio realizado no âmbito do Mestrado em
Ensino de Biologia e de Geologia no 3ºCiclo do Ensino
Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2025

Orientador

Cecília Guerra, Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto



Agradecimentos

A concretização deste trabalho só foi possível graças ao apoio, orientação e incentivo de várias pessoas, às quais manifesto o meu sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, expresso o meu agradecimento à minha orientadora, Professora Cecília Guerra, pelo acompanhamento, pelas sugestões construtivas e pela confiança demonstrada ao longo de todo o processo. As suas orientações foram importantes para o meu crescimento enquanto estudante e futura docente.

À professora cooperante da escola onde decorreu a Prática de Ensino Supervisionada, agradeço a disponibilidade, o acolhimento e a partilha de experiências que enriqueceram a minha formação, bem como a liberdade concedida para a implementação deste projeto em contexto real de sala de aula.

Agradeço à direção da escola, aos professores do grupo disciplinar e, em especial, aos alunos das turmas que acompanhei, com destaque para os do 11.º ano que participaram nesta investigação, pela colaboração, envolvimento e contributo para o meu desenvolvimento profissional ao longo do ano letivo.

Um agradecimento especial à minha colega de estágio, pelo companheirismo, entreajuda e espírito colaborativo, que tornaram esta experiência mais enriquecedora e desafiante, incentivando a inovação e a superação conjunta.

Aos colegas do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, agradeço todos os momentos de partilha, apoio e crescimento. Cada trabalho e cada desafio vivido em conjunto contribuíram para o meu percurso formativo.

Expresso também a minha gratidão à minha família e amigos, pelo suporte incondicional, paciência e encorajamento, especialmente nos momentos de maior exigência e cansaço.

Agradeço ainda aos Professores Ary Jesus e Nuno Correia, pela colaboração na construção do projeto de intervenção, nomeadamente pela cedência de materiais, imagens e informação que se revelaram fundamentais.

Por fim, deixo um agradecimento à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e ao corpo docente do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia, pelo rigor, exigência e pela oportunidade de formação integral que me permitiu evoluir pessoal e profissionalmente.

Resumo

O presente relatório de estágio foi desenvolvido no âmbito da unidade curricular Iniciação à Prática Pedagógica (IPP), integrada no segundo ano do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. O relatório resulta de um projeto implementado durante a Prática de Ensino Supervisionado (PES), no qual foi realizada uma intervenção pedagógica numa turma de 11.º ano da disciplina de Biologia e Geologia, numa escola pública da região Norte de Portugal.

A intervenção pedagógica baseou-se na implementação da sequência didática (SD) intitulada “Desvendar o passado através dos estratos”, a qual seguiu a metodologia de Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação (EOAI), com o objetivo de responder à questão: “Será que o uso do EOAI permite o sucesso na aquisição das aprendizagens essenciais (AE) no conteúdo curricular da estratigrafia?” Esta questão surgiu na sequência das dificuldades demonstradas pelos alunos na compreensão e aplicação dos princípios da estratigrafia. Para tal, os alunos foram desafiados a explorar um modelo físico e um estudo de caso associados a este tema, com a finalidade de aplicar os princípios estratigráficos a situações reais.

De forma a responder aos desafios propostos nos recursos do projeto de intervenção-investigação, os alunos tiveram de mobilizar competências definidas no Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) (Martins et al., 2017), nomeadamente: expressar ideias com rigor, utilizar terminologia científica adequada, explicar o raciocínio seguido, analisar criticamente problemas, participar ativamente nas tarefas propostas e estabelecer relações entre as atividades práticas e os conceitos geológicos. Para além disso, foram mobilizados conhecimentos previstos nas Aprendizagens Essenciais (DGE, 2018) no domínio da estratigrafia.

A SD integrou atividades práticas e investigativas, nomeadamente a construção de um modelo físico da coluna estratigráfica e a análise de um estudo de caso real, centrado na Serra de Valongo. Através destes recursos, os alunos foram conduzidos a formular hipóteses, testar ideias e aplicar os princípios da estratigrafia (horizontalidade, sobreposição, continuidade lateral, interseção, inclusão e identidade paleontológica) em diferentes contextos geológicos.

A investigação seguiu uma abordagem de investigação-ação, de natureza mista (qualitativa e quantitativa). Os dados foram recolhidos através de pré e pós-testes,

grelhas de observação e fichas de trabalho. A análise teve como objetivos avaliar o impacto da sequência didática no desenvolvimento das competências científicas e transversais dos alunos, e identificar evidências de progressão nas aprendizagens relativas à estratigrafia.

Os resultados revelaram progressos significativos entre o pré e o pós-teste, com uma melhoria generalizada nas respostas associadas aos princípios estratigráficos, sobretudo na continuidade lateral e na sobreposição. As grelhas de observação e os produtos dos alunos evidenciaram níveis elevados de envolvimento, colaboração e capacidade de argumentação, embora competências como o pensamento crítico e a articulação científica ainda necessitem de consolidação.

Conclui-se que a metodologia de EOAI, aliada ao uso de modelos físicos e à contextualização através de estudos de caso, favorece o desenvolvimento de competências científicas e promove uma aprendizagem mais ativa e significativa no ensino da estratigrafia. As principais limitações do estudo relacionaram-se com o tempo reduzido disponível para a aplicação da sequência didática e com a dimensão e natureza da amostra, que não permite generalizações dos resultados obtidos. Sugere-se, para futuras investigações, a realização de um segundo ciclo de investigação-ação, com reformulação dos instrumentos, alargamento da amostra e inclusão de recursos complementares, como visitas virtuais e interpretação de cartas geológicas, de forma a aprofundar a compreensão dos conteúdos e potenciar o desenvolvimento das competências do PASEO.

Palavras-chave: Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação; Investigação-ação; Estratigrafia; Modelos; Casos.

Abstract

This internship report was developed within the curricular unit Introduction to Pedagogical Practice (IPP), part of the second year of the Master's Degree in Teaching Biology and Geology for Lower and Upper Secondary Education at the Faculty of Sciences of the University of Porto. The report is the result of a project implemented during the Supervised Teaching Practice (PES), which involved a pedagogical intervention in an 11th-grade Biology and Geology class at a public school in Northern Portugal.

The pedagogical intervention was based on the implementation of a didactic sequence (SS) entitled “Uncovering the Past Through Strata”, following the Inquiry-Based Science Education (EOAI) methodology. It aimed to answer the research question: “Does the use of EOAI support successful acquisition of essential learning outcomes in the curricular content of stratigraphy?” This question emerged from the difficulties students had shown in understanding and applying stratigraphic principles. To address this, students were challenged to explore a physical model and a case study related to the topic, with the goal of applying stratigraphic principles to real-world situations.

To meet the challenges proposed by the intervention-research project, students had to mobilize competencies outlined in the Profile of Students Leaving Compulsory Education (Martins et al., 2017), namely: expressing ideas accurately, using appropriate scientific terminology, explaining reasoning processes, analyzing problems, actively participating in proposed tasks, and connecting practical activities with geological concepts. Additionally, knowledge defined in the Essential Learning Outcomes (DGE, 2018) in the domain of stratigraphy was mobilized.

The SD included practical and inquiry-based activities, such as building a physical model of the stratigraphic column and analyzing a real case study focused on the Serra de Valongo. Through these resources, students were guided to formulate hypotheses, test ideas, and apply the principles of stratigraphy (original horizontality, superposition, lateral continuity, cross-cutting relationships, inclusion, and fossil succession) in various geological contexts.

The research followed an action-research approach with a mixed-methods design (qualitative and quantitative). Data were collected through pre- and post-tests, observation grids, and student worksheets. The analysis aimed to assess the impact of

the didactic sequence on the development of students' scientific and transversal competencies and to identify evidence of learning progression in the area of stratigraphy.

The results revealed significant progress between the pre- and post-tests, with general improvement in responses related to stratigraphic principles, particularly lateral continuity and superposition. Observation grids and student work demonstrated high levels of engagement, collaboration, and reasoning ability, although competencies such as critical thinking and scientific articulation still require further development.

It is concluded that the IBSE methodology, combined with the use of physical models and contextualization through case studies, fosters the development of scientific competencies and promotes more active and meaningful learning in stratigraphy teaching. The main limitations of the study were the limited time available for implementing the didactic sequence and the sample size and nature, which prevent generalization of the results. For future research, it is suggested to carry out a second cycle of action-research, with reformulated instruments, an expanded sample, and the inclusion of complementary resources such as virtual field trips and interpretation of geological maps, to deepen content understanding and enhance the development of PASEO competencies.

Keywords: Inquiry-Based Teaching; Action Research; Stratigraphy; Models; Cases.

Índice

Lista de Tabelas	ix
Lista de Gráficos	x
Lista de Figuras	xi
Lista de Abreviaturas	xii
1. Introdução.....	1
1.1. Contextualização da investigação	1
1.2. Problema e objetivos de investigação.....	4
1.3. Organização do documento.....	5
2. Enquadramento Teórico	6
2.1. Ensino da Geociências e da Estratigrafia	6
2.2. Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação, modelação e trabalho laboratorial em Geociências	8
3. Sequência Didática.....	10
3.1. Perfil da turma.....	10
3.2. Planificação	10
3.3. Estratégia de modelação aplicada na SD	12
3.4. Caracterização das aulas	12
3.4.1. Aula 1 – Pré-Teste	12
3.4.2. Aula 2 – Modelo estratigráfico.....	13
3.4.3. Aula 3 – Estudo de caso	14
3.4.4. Aula 4 – Pós-teste	15
4. Metodologia de investigação.....	16
4.1. Investigação-Ação.....	16
4.1.1. O professor-investigador.....	17
4.2. Caracterização da amostra.....	17
4.3. Técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados.....	18
4.3.1. Recolha de dados.....	18

4.4.	Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados	19
4.5.	Normas éticas	19
4.6.	Cronograma	20
5.	Resultados e Discussão	22
5.1.	Pré e pós teste	22
5.1.1.	Princípio da horizontalidade	22
5.1.2.	Princípio da continuidade lateral	23
5.1.3.	Princípio da identidade paleontológica.....	24
5.1.4.	Princípio da interseção	24
5.1.5.	Princípio da inclusão.....	25
5.1.6.	Princípio da sobreposição.....	26
5.2.	Grelha de observação	27
5.3.	Ficha de trabalho do guião do modelo.....	29
5.4.	Ficha de trabalho sobre o estudo de caso	30
6.	Conclusões.....	32
6.1	Conclusões.....	32
6.2	Limitações do Estudo	33
6.3	Sugestões para Futuras Investigações.....	34
	Referências Bibliográficas.....	35
	Apêndices.....	38
	Apêndice 1 – Diário do professor de uma aula prática.....	38
	Apêndice 2 – Diário do professor de uma aula de regência intermitente	38
	Apêndice 3 – Diário do professor da implementação de um <i>Kahoot</i>	38
	Apêndice 4 – Diário do professor de uma aula prática.....	39
	Apêndice 5 – Pré teste e pós teste	39
	Apêndice 6 – Guião de exploração do modelo	41
	Apêndice 7 - Guião de exploração do estudo de caso.....	42
	Apêndice 8 – Plano da aula 1.....	43
	Apêndice 9 – Plano da aula 2.....	44

Apêndice 10 – Plano da aula 3.....	45
Apêndice 11 – PowerPoint da sequência didática	45
Apêndice 12 – Recursos disponíveis no <i>Padlet</i>	47
Apêndice 13 – Plano da aula 4.....	49
Apêndice 14 – Grelha de observação.....	49
Apêndice 15 – Descrição do projeto	50
Apêndice 16 – Consentimento e assentimento informados	50
Anexos.....	51
Anexo 1 – Alunos com medidas segundo o relatório de final do período a Biologia e Geologia.....	51
Anexo 2 – Parecer da Comissão de ética.....	51

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Objetivos científicos, educacionais e profissionais do PII	5
Tabela 2 - Planificação e caracterização das aulas da sequência didática	11
Tabela 3 - Instrumentos para a Recolha e Análise de Dados.....	19
Tabela 4 - Cronograma mensal.....	21
Tabela 5 - Comparação de resultados do pré e pós teste	22
Tabela 6 - Resultados da grelha de observação da atividade prática (modelo).....	27
Tabela 7 - Resultados da grelha de observação na aula de estudo de caso (Valongo)	28
Tabela 8 - Níveis de desempenho dos alunos por princípio estratigráfico na atividade do modelo.....	29
Tabela 9 - Níveis de desempenho dos alunos por princípio estratigráfico na atividade do caso	31

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio horizontalidade no pré e pós teste	23
Gráfico 2 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio continuidade lateral no pré e pós teste	24
Gráfico 3 -Frequência de respostas corretas relativo ao princípio identidade paleontológica no pré e pós teste	24
Gráfico 4 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio identidade interseção no pré e pós teste	25
Gráfico 5 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio identidade inclusão no pré e pós teste	25
Gráfico 6 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio identidade sobreposição no pré e pós teste	26

Lista de Figuras

Figura 1 - Ilustração demonstrativa das camadas que podem ser aplicados cada princípio (autoria própria)	7
Figura 2 - Sequências produzidas pelos grupos de trabalho	14

Lista de Abreviaturas

EOAI	ENSINO ORIENTADO PARA A APRENDIZAGEM POR INVESTIGAÇÃO
FCUP	FACULDADE DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DO PORTO
IA	INVESTIGAÇÃO-AÇÃO
PASEO	PERFIL DO ALUNO À SAÍDA DA ESCOLARIDADE PRÁTICA OBRIGATÓRIA
PES	PRÁTICA DE ENSINO SUPERVISIONADO
PII	PROJETO DE INTERVENÇÃO-INVESTIGAÇÃO
UC	UNIDADE CURRICULAR
UP	UNIVERSIDADE DO PORTO
SD	SEQUÊNCIA DIDÁTICA

1. Introdução

O presente capítulo tem como objetivo apresentar os fundamentos iniciais do Projeto de Investigação-Intervenção (PII) desenvolvido no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), enquadrada no Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Nele será feita, em primeiro lugar, a contextualização da investigação, com a descrição da turma e do contexto escolar em que decorreu a intervenção pedagógica. De seguida, será analisada a pertinência da temática da estratigrafia no currículo do ensino secundário e as motivações pessoais e pedagógicas que fundamentaram a sua escolha. Posteriormente, será formulado o problema de investigação e apresentados os objetivos do projeto, organizados em três dimensões: científica, educacional e profissional. Por fim, será explicitada a estrutura do relatório, clarificando a organização dos capítulos que o compõem e o percurso investigativo seguido ao longo do trabalho.

1.1. Contextualização da investigação

Este projeto intervenção-investigação (PII) foi implementado numa turma do 11.º ano escolaridade, na disciplina de Biologia e Geologia, de uma escola secundária localizada na zona Norte de Portugal, durante o ano letivo 2024/2025. A turma de alunos envolvidos nesta investigação era composta por 27 alunos, alguns dos quais apresentavam medidas de suporte à aprendizagem e inclusão. Este facto constituiu um desafio educativo para a professora estagiária (PE) porque todos os recursos educativos tiveram de ser pensados tendo em conta também as medidas que o núcleo de estágio definiu para esses alunos, sendo uma das razões que me levou à escolha da mesma para a implementação do estudo.

A observação não participante realizada pela PE ao longo dos meses de setembro a novembro de 2024 no âmbito da PES, na disciplina de Biologia e Geologia à turma de 11.º ano, permitiu verificar que os alunos demonstram interesse em aprender através de metodologias de ensino mais ativas. Um exemplo disso é o entusiasmo que revelam pelas aulas práticas (Apêndice 1) bem como na exploração de situações do quotidiano que possam ser integradas nos conteúdos curriculares (Apêndice 2) e de jogos desafiantes, como ficou evidente na aplicação de um *Kahoot* durante uma aula de regência intermitente (Apêndice 3).

Dado o perfil desta turma, tornou-se evidente a necessidade de investir no desenvolvimento de atividades de aprendizagem mais ativas e centradas no aluno com

vista ao desenvolvimento das suas competências. Joshi (2023) refere que as metodologias de ensino ativas garantem a participação dos alunos no processo de aprendizagem e possibilitam atingir objetivos fundamentais da educação científica, como a exploração, a experimentação, a aprendizagem pela prática e o desenvolvimento de uma atitude científica.

O trabalho prático permite ilustrar, verificar e confirmar os conteúdos teóricos ajudando os alunos a melhorar a sua compreensão dos fenómenos científicos, permitindo-lhes visualizar leis e teorias, o que pode promover o seu desenvolvimento conceptual, por ser motivador e envolvente (de Winter & and Millar, 2023). Assim, o trabalho prático contribui para um maior interesse pela ciência, ajudando consequentemente os alunos a recordar melhor as aulas e a desenvolver as suas capacidades de memorização (Oliveira & Bonito, 2023).

De salientar que algumas das características do trabalho prático mencionadas pelos anteriores autores também são familiares à PE já que também, enquanto aluna, se interessava por aprender através da realização de atividades práticas, facilitando a sua capacidade de desenvolver conhecimentos sobre os conteúdos teóricos em ciências. Adicionalmente, a relação entre as situações do dia a dia e os conceitos teóricos também melhorava a compreensão por parte da PE sobre as diferentes temáticas exploradas na disciplina de Biologia e Geologia, uma vez que conseguia relacionar os conteúdos científicos com acontecimentos mais concretos. Estes aspetos foram determinantes na escolha da turma para a implementação do projeto de investigação-intervenção (PII), sentindo que representou um desafio significativo para a Prática Profissional da PE.

A temática de estratigrafia está inserida na disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano, mais concretamente no domínio da “Sedimentação e rochas sedimentares” presentes nas aprendizagens essenciais, onde se pretende que os alunos saibam “Aplicar princípios: horizontalidade, sobreposição, continuidade lateral, identidade paleontológica, interseção e inclusão” (DGE, 2018).

A nível pessoal a PE optou pela escolha do tema da estratigrafia dado que estava relacionado com a sua formação académica. A PE tem uma formação base em Biologia (1.º ciclo de estudos), tendo frequentado algumas unidades curriculares (UC) de Geologia no seu percurso académico. Mesmo assim, a PE optou por desenvolver um PII numa área que explorou menos durante a sua formação inicial, com o objetivo de enriquecer os seus conhecimentos teóricos e pedagógicos em Geologia.

O Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória (PASEO) é um documento que tem como objetivo orientar o professor de modo a desenvolver competências nos alunos até o final da escolaridade obrigatória. Deste modo, neste PII pretendeu-se que os alunos mobilizassem competências de informação e comunicação, pensamento crítico e pensamento criativo, linguagens e textos, raciocínio e resolução de problemas relacionamento interpessoal e saber científico, técnico e tecnológico (Martins et al., 2017) durante a exploração do tema estratigrafia.

A escolha do tema da estratigrafia também se revelou particularmente relevante tendo em conta as dificuldades que os alunos costumam apresentar na compreensão desta temática. Segundo (Torres, 1994), o ensino da Estratigrafia deve articular os princípios fundamentais com o conhecimento dos processos sedimentares, permitindo aos alunos compreender não apenas a ordenação dos estratos, mas também os contextos geológicos em que se formaram. Estes conceitos são impossíveis de observar à escala humana, já que ocorre numa escala temporal e espacial muito superior à do ser humano. Essa limitação dificulta a formação de modelos mentais corretos, levando frequentemente à persistência de ideias prévias erradas ou incompletas (Cardinot & Namen, 2017).

Além disso, a estratigrafia, enquanto domínio da Geologia, exige um raciocínio espacial e temporal desenvolvido, bem como a capacidade de inferir relações de causa-efeito entre acontecimentos passados, competências essas que nem sempre estão plenamente consolidadas nos alunos do ensino secundário. Agreiro (2022) observa que a ausência de contacto direto com os processos geológicos dificulta a apropriação dos conceitos teóricos, reforçando a necessidade de recorrer a estratégias como a modelação e a utilização de casos reais ou simulados.

Neste PII pretendeu-se explorar a metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação (EOAI), explorando a estratégia de modelação com recurso a modelos de estratigrafia. Os modelos, inicialmente inseridos no estudo das geociências são fundamentais para o ensino das ciências uma vez que podem facilitar a compreensão de fenómenos científicos complexos, fomentando nos alunos a construção de modelos mentais adequados e envolvendo-os em atividades de investigação que, noutros casos, podem ser de difícil compreensão (Ferreira et al., 2015; Torres et al., 2015).

No PII também foram explorados casos, partindo-se de exemplos selecionados, com vista a motivar os alunos a trabalhar de forma construtiva, inferindo sobre os princípios subjacentes relacionados com o tema da estratigrafia, a partir da informação contida

nos mesmos. A aprendizagem por casos tem ainda a vantagem de ser relevante para a geologia e despoletar a curiosidade nos alunos para querer saber mais sobre os conteúdos (Goldsmith, 2011).

1.2. Problema e objetivos de investigação

Este PII teve como finalidade verificar se o recurso à metodologia EOAI contribui para o desenvolvimento de competências dos alunos relacionadas com o tema curricular da estratigrafia lecionado no 11.º ano de escolaridade na disciplina de Biologia e Geologia.

A temática de estratigrafia está inserida na disciplina de Biologia e Geologia do 11.º ano, mais concretamente no domínio da “Sedimentação e rochas sedimentares” presentes nas aprendizagens essenciais, onde se pretende que os alunos saibam “Aplicar princípios: horizontalidade, sobreposição, continuidade lateral, identidade paleontológica, interseção e inclusão” (DGE, 2018).

De forma a responder ao problema de investigação, “Será que o uso do EOAI permite o sucesso na aquisição das aprendizagens essenciais AE no conteúdo curricular da estratigrafia?”, e a orientar a implementação do PII, foram definidos objetivos científicos, educacionais e profissionais, que constam na Tabela 1.

Objetivos	
Científicos	Dar a conhecer os vários princípios estratigráficos; Desenvolver competências de análise de dados geológicos em contexto prático; Fomentar a aplicação dos conceitos de estratigrafia na resolução de problemas geológicos;
Educacionais	Fomentar a leitura e interpretação de textos, o pensamento crítico e o raciocínio científico nos alunos; Promover o gosto pela aprendizagem através das atividades práticas e de outras estratégias de investigação; Desenvolver competências de raciocínio e resolução de problemas.
Profissionais	Aprimorar o uso da metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por Investigação no ensino secundário; Conceber e implementar modelos didáticos que simulem processos naturais;

	Explorar a utilização de casos como estratégia de avaliação formativa no ensino da estratigrafia; Desenvolver competências no âmbito da investigação em educação em ciências; Evoluir como profissional docente através da prática letiva reflexiva.
--	---

Tabela 1 - Objetivos científicos, educacionais e profissionais do PII

1.3. Organização do documento

Este projeto está organizado em seis capítulos. No primeiro capítulo, a Introdução, foi feita uma contextualização da investigação e apresentaram-se os objetivos do PII, destacando a relevância do tema abordado no âmbito do Ensino Secundário.

O segundo capítulo, foca-se no enquadramento teórico do PII, onde se explora o enquadramento curricular da temática trabalhada no PII.

No terceiro capítulo, apresentação da sequência didática (SD), descreve-se a metodologia de ensino implementada no PII – a metodologia de EOAI, apresentando-se os fundamentos teóricos desta metodologia, a sua aplicação ao ensino da Biologia e Geologia, com ênfase no trabalho prático do tipo laboratorial, que utilizou modelos como recurso principal, e a exploração de estudo de casos.

O quarto capítulo recai sobre a metodologia de investigação utilizada, a investigação-ação (IA), apresentando a metodologia adotada, detalhando o problema e os objetivos da investigação, caracterizando a amostra e descrevendo os instrumentos e técnicas de recolha e análise de dados. Apresenta-se ainda o cronograma, com o esquema do plano temporal das atividades realizadas durante o desenvolvimento do PII, especificando as etapas principais da intervenção pedagógica e da investigação.

O quinto capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos com a implementação do PII, articulando-os com os objetivos definidos e com a literatura científica relevante. A discussão dos resultados procura evidenciar os impactos da intervenção pedagógica no desenvolvimento das aprendizagens e competências dos alunos.

Por fim, o sexto capítulo é dedicado às conclusões, onde se sintetizam as principais evidências obtidas, são identificadas limitações do estudo e apresentadas sugestões para investigações futuras e implicações para a prática docente.

2. Enquadramento Teórico

Este capítulo irá ser dedicado à revisão de literatura com o objetivo de sustentar a implementação da investigação. A primeira parte deste capítulo será dedicada ao ensino das geociências e da estratigrafia e na segunda parte do capítulo será feita a revisão sobre o ensino orientado para a investigação.

2.1. Ensino da Geociências e da Estratigrafia

O ensino das Geociências desempenha um papel fundamental na formação científica dos alunos, permitindo compreender os processos geológicos que moldam a Terra (Bonito, 1999). Nesta ciência, a estratigrafia desempenha um papel muito importante na reconstituição da história geológica da Terra, analisando a disposição e a sucessão das estruturas rochosas, sendo tratados os princípios de sobreposição de estratos, de horizontalidade original, continuidade lateral, princípios de identidade paleontológica, interseção e de inclusão (Khakimov et al., 2024).

Dos vários princípios estratigráficos, o princípio da sobreposição afirma que, numa sequência de estratos não deformados, as rochas mais antigas estão na parte inferior e as mais recentes na parte superior. Isso ocorre porque os sedimentos depositados ao longo do tempo formam sucessivas camadas, com novas camadas sobrepondo as anteriores (Berthault, 2002).

O princípio da horizontalidade original postula que os sedimentos depositados formam camadas horizontais, e se a sua posição for alterada essa alteração ocorreu após a sua formação. (Berthault, 2002).

O princípio da continuidade lateral sugere que os sedimentos depositados numa bacia se estendem lateralmente em todas as direções, embora sua espessura possa variar. Essa variação lateral não afeta a idade da camada, que é a mesma em toda a sua extensão (Berthault, 2002).

O princípio da identidade paleontológica indica que a idade de um estrato pode ser determinada pelos fósseis que ele contém, permitindo a correlação entre estratos de diferentes locais que possuem os mesmos fósseis (Patzkowsky & Holland, 2012).

O princípio da interseção afirma que qualquer estrutura que atravessa outra é mais recente que a estrutura que foi atravessada (Moore, 1952).

Por fim, o princípio da inclusão diz que fragmentos rochosos incorporados em outra rocha são mais antigos que a rocha que os contém, já que as rochas de origem dos fragmentos existiam antes de serem incorporadas (Borradaile, 2014).

Todos os princípios podem ser observados na Figura 1.

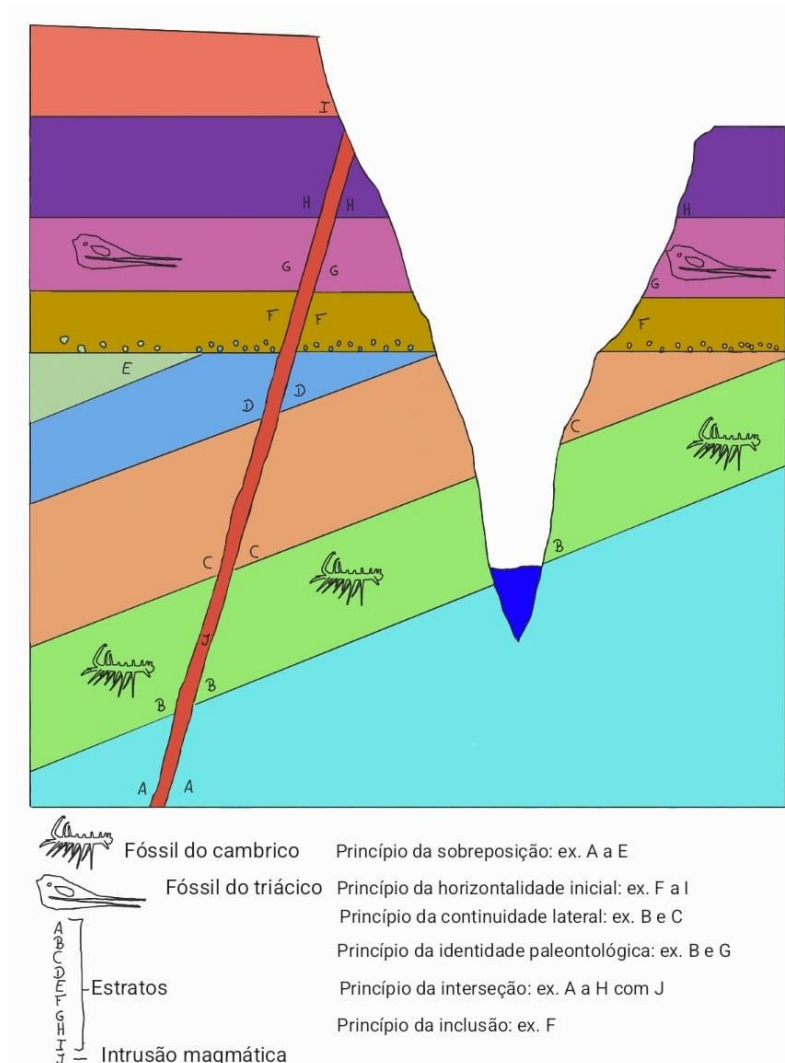


Figura 1 - Ilustração demonstrativa das camadas que podem ser aplicados cada princípio (autoria própria)

No entanto, diversos estudos indicam que os alunos frequentemente apresentam concepções alternativas (CA) sobre os processos geológicos, tais como a ideia de que as rochas sedimentares se depositam em mar profundo, as camadas rochosas se formam instantaneamente ou que a sucessão estratigráfica ocorre de forma uniforme e previsível que a deposição ocorre sem a presença de água (Acedo et al., 2025; Herrera & and Riggs, 2013; Kreager, 2016). Estas concepções são muitas vezes fruto da dificuldade em compreender processos que decorrem em grandes escalas de tempo e espaço (Kreager, 2016; Orion & Libarkin, 2023). A identificação e superação dessas CA

são fundamentais para a aprendizagem efetiva, sendo necessário integrar estratégias como a modelação e o trabalho prático para promover a construção de modelos mentais mais consistentes (Orion & Libarkin, 2023).

Para superar estas dificuldades, diversos autores defendem a integração de estratégias como o uso de modelos físicos e digitais, a análise de casos reais e o trabalho prático (Chu, 2006; Moraes, 2024; Oliveira & Bonito, 2023). De acordo com Agreiro (2022), a exploração prática de colunas estratigráficas em contexto escolar favorece a compreensão dos princípios estratigráficos e permite aos alunos testar as suas ideias. Chu (2006) destaca que a articulação entre teoria e prática contribui para uma aprendizagem mais significativa e para o desenvolvimento do raciocínio geológico. Sala Sebastião et al. (2021) acrescentam que o ensino baseado em investigação, articulado com modelação, potencia a construção de modelos mentais mais consistentes e o pensamento crítico dos alunos.

A importância do ensino por investigação também se destaca na educação das Geociências. Ao transformar os estudantes em investigadores, atribui-se-lhes um papel ativo na construção do conhecimento, reforçando a aprendizagem significativa e a sua aplicação a problemas do mundo real (Drápela, 2022). Ao privilegiar atividades práticas como o trabalho laboratorial e a realização de atividades de investigação em sala de aula, espera-se promover aprendizagens significativas e preparar os alunos para compreenderem a dinâmica do planeta, de modo a tomarem decisões informadas e sustentáveis. Tendo em conta o exposto, no ponto seguinte será explorada a metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação, dada sua relevância no âmbito do PII.

2.2. Ensino Orientado para a Aprendizagem por Investigação, modelação e trabalho laboratorial em Geociências

A metodologia EOAI destaca-se como uma alternativa ao ensino expositivo tradicional. Esta metodologia coloca os alunos no centro do processo de aprendizagem, promovendo o questionamento científico, a formulação de hipóteses, a recolha de dados e a análise de resultados (Minner et al., 2010). Estudos têm demonstrado que a utilização do EOAI facilita a compreensão de conceitos abstratos, melhora a retenção de conhecimentos e desenvolve competências investigativas nos alunos (Strat et al., 2024). Nesta metodologia, a modelação revela-se uma estratégia particularmente eficaz no ensino das Geociências, dado que a própria construção do conhecimento nesta área

se baseia fortemente no uso de modelos para representar fenómenos e processos que decorrem em escalas temporais e espaciais inacessíveis à observação direta (Torres & Vasconcelos, 2016).

A modelação, enquanto prática pedagógica, serve como uma ferramenta para os alunos representarem e compreenderem sistemas e processos complexos. Permite-lhes desenvolver modelos mentais mais estruturados e visualizar fenómenos abstratos, tornando-os mais concretos e compreensíveis (Deák et al., 2021; Torres & Vasconcelos, 2016). Além disso, contribui para o desenvolvimento do raciocínio espacial e da capacidade de interpretar dados geológicos (Bonito, 2021). O trabalho prático laboratorial e de modelação analógica, como as de deformação das rochas ou simulação da atividade tectónica, demonstram ser eficazes no envolvimento dos alunos e na promoção do pensamento crítico (Bonito, 2021).

O trabalho laboratorial no ensino das Geociências assume um papel importante na concretização do EOAI. Através destas práticas, os alunos têm a oportunidade de testar hipóteses, manipular materiais e instrumentos, recolher e interpretar dados e, deste modo, desenvolver competências práticas e investigativas essenciais para a construção do conhecimento científico (Orion & Libarkin, 2023). A articulação entre modelação e trabalho laboratorial contribui para uma visão sistémica e integrada da Terra, permitindo uma compreensão mais profunda dos seus processos dinâmicos (Vasconcelos & Gomes, 2014).

3. Sequência Didática

Este capítulo apresenta a SD “Desvendar o passado através dos estratos” delineada no âmbito do PII, a qual está pensada para se enquadrar EOAI numa metodologia ativa. Esta abordagem visa incentivar o pensamento crítico, a autonomia e a capacidade de resolução de problemas, competências fundamentais para a formação dos alunos (Tabela 2).

Dessa forma, este capítulo está organizado em dois subcapítulos principais. O primeiro aborda a planificação da sequência didática, destacando a importância desse processo para a organização das atividades e para a adaptação ao contexto e às necessidades dos alunos. O segundo subcapítulo descreve a caracterização das aulas, detalhando a estrutura e os objetivos específicos de cada uma, bem como os recursos utilizados para promover uma aprendizagem ativa e significativa.

3.1. Perfil da turma

A turma envolvida é composta por 27 alunos, com idades entre os 16 e os 18 anos, integrando o Curso de Ciências e Tecnologias. Os alunos demonstram perfis de aprendizagem variados, sendo notório um maior envolvimento nas atividades práticas e nas metodologias que incentivam a participação ativa. A observação realizada durante a PES revelou que os alunos valorizam atividades práticas, mostrando mais motivação em contextos de aprendizagem ativos e colaborativos (Apêndice 4).

3.2. Planificação

A planificação é um processo central na prática pedagógica, permitindo ao professor organizar conteúdos, definir objetivos e selecionar estratégias adequadas ao contexto (Alves de Souza et al., 2024). No âmbito do EOAI, a planificação permite definir a questão-problema, conceber atividades laboratoriais e selecionar estratégias educativas que fomentem a curiosidade e a investigação (Dusabimana & Rugema Leon, 2022).

Título da SD		Desvendar o passado através dos estratos			
Aprendizagem Essencial	Aplicar princípios: horizontalidade, sobreposição, continuidade lateral, identidade paleontológica, interseção e inclusão				
Descritores do PASEO	A – Linguagens e textos C – Raciocínio e resolução de problemas D – Pensamento crítico e pensamento criativo E – Relacionamento interpessoal I – Saber científico, técnico e tecnológico				
Aulas	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	
Duração	45 min	135 min	90 min	45 min	
Data	27/03/2025	28/03/2025	23/05/2025	27/05/2025	
Descrição da aula	Aplicação do Pré-teste (diagnóstico)	Desenvolvimento dos modelos estratigráficos e resolução da ficha de trabalho do guião de exploração	Exploração do <i>PowerPoint</i> e exploração do estudo de caso	Aplicação do Pós-teste	
Recursos didáticos	Teste diagnóstico (Apêndice 5)	Guião de exploração do modelo (Apêndice 6)	Guião de exploração do caso (Apêndice 7)	Teste diagnóstico (Apêndice 5)	

Tabela 2 - Planificação e caracterização das aulas da sequência didática

A planificação da sequência didática foi estruturada para garantir coerência e progressão, estando articulada com os objetivos científicos, educacionais e profissionais definidos para o PII. Foram utilizados recursos diversos, incluindo modelos físicos, guias de exploração, apresentações digitais, mapas geológicos, fichas de trabalho e instrumentos de avaliação. Esta diversidade visou garantir o envolvimento dos alunos e a promoção de aprendizagens significativas.

3.3. Estratégia de modelação aplicada na SD

A modelação foi explorada como instrumento de construção de conhecimento e de representação de fenómenos geológicos complexos. De acordo com Vasconcelos and Gomes (2014), os modelos físicos e mentais contribuem para a reestruturação das conceções dos alunos, sendo essenciais no ensino da Geologia, onde os processos ocorrem em escalas de tempo e espaço pouco acessíveis.

Na presente SD, os alunos construíram modelos físicos de colunas estratigráficas com materiais acessíveis como aquários, plasticina, terra e areia, acompanhados por um guião de exploração. Este guião orientou a deposição de materiais e a identificação de estruturas geológicas como discordâncias, intrusões e inclusão de clastos. A construção dos modelos visou promover a manipulação de materiais que representassem contextos geológicos reais, facilitando o raciocínio por detrás de cada princípio estratigráfico.

3.4. Caracterização das aulas

As aulas no PII corresponderam a 4 momentos: a primeira aula de 45 minutos, a segunda de 90 minutos (turma dividida em turnos), a aula seguinte teve 90 minutos e a última 45 minutos. Esta sequência didática foi pensada para se incluir na metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação e quem as principais estratégias utilizadas foram a modelação enquadrada numa aula prática e a utilização do estudo de um caso.

3.4.1. Aula 1 – Pré-Teste

Esta aula (Apêndice 8) corresponde à fase de diagnóstico do EOAI. Foi dedicada à aplicação de um teste diagnóstico (Apêndice 3) com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os princípios da estratigrafia. O teste incluiu

itens de escolha múltipla, resposta curta e resposta aberta, abordando os princípios da sobreposição, horizontalidade original e continuidade lateral, entre outros. A aplicação individual do teste permitiu ajustar a profundidade das aulas seguintes.

3.4.2. Aula 2 – Modelo estratigráfico

Nesta aula (Apêndice 9), de natureza prática e com duração de 135 minutos (em turnos), consistiu na construção de modelos físicos de colunas estratigráficas. Os alunos, organizados em grupos, seguiram um guião de exploração (Apêndice 6) que orientava a deposição dos materiais e a identificação de estruturas geológicas, diferenciando-se apenas na ordem aleatória dos estratos e nos processos representados.

Durante a atividade, os alunos compararam os seus modelos com os dos colegas, registaram os eventos representados (como dobras e intrusões), Figura 2, e fotografaram os modelos para posterior análise. A modelação foi, aqui, um processo ativo de investigação, onde os alunos construíram hipóteses, testaram e comunicaram resultados, reforçando a ligação entre teoria e prática. Importa referir que o modelo construído nesta aula foi adaptado na proposta apresentada por Bonito (2021), no seu trabalho sobre atividades práticas no ensino da deformação das rochas, adaptando-se aos vários princípios que foram trabalhados dentro da temática da estratigrafia e aos recursos disponíveis.



Figura 2 - Sequências produzidas pelos grupos de trabalho

3.4.3. Aula 3 – Estudo de caso

A terceira aula (Apêndice 10) da sequência didática teve como objetivo aplicar os conhecimentos adquiridos sobre os princípios estratigráficos à análise de um caso geológico real: o anticlinal de Valongo (Apêndice 7). A aula iniciou-se com uma apresentação em PowerPoint (Apêndice 11), que serviu para sistematizar os conceitos fundamentais e relembrar os seis princípios trabalhados nas aulas anteriores. Esta revisão permitiu que os alunos partissem de uma base teórica sólida antes de iniciarem a atividade de investigação.

Seguidamente, os alunos analisaram uma ficha de trabalho que incluía acesso a um *Padlet* (Apêndice 12) com fotografias de afloramentos, mapas geológicos simplificados e esquemas interpretativos relacionados com o anticlinal de Valongo. A tarefa exigia que aplicassem os princípios da estratigrafia para interpretar a cronologia dos eventos geológicos, identificar estruturas como dobras e discordâncias e justificar as suas respostas com base nos documentos fornecidos. Esta atividade promoveu o trabalho

colaborativo, a troca de argumentos fundamentados e a mobilização dos conhecimentos adquiridos de forma autónoma e ativa.

A aula revelou-se especialmente eficaz no desenvolvimento do raciocínio geológico e na consolidação do pensamento crítico, uma vez que os alunos foram desafiados a interpretar um contexto geológico real, articulando teoria e prática. O caso de Valongo revelou-se pertinente e acessível, permitindo aos alunos aplicar os seus conhecimentos a uma situação autêntica, o que reforçou a motivação e o envolvimento na aprendizagem.

3.4.4. Aula 4 – Pós-teste

A quarta e última aula (Apêndice 13) da sequência didática teve como principal objetivo a reaplicação do teste diagnóstico realizado na primeira aula (Apêndice 5), permitindo aferir o progresso das aprendizagens dos alunos relativamente aos princípios estratigráficos. A recolha sistemática dos dados permitiu avaliar o impacto da sequência didática na construção do conhecimento.

4. Metodologia de investigação

Neste capítulo serão abordados os conceitos mais importantes sobre a Metodologia de Investigação escolhida, como o caso da amostra onde foi aplicada, os instrumentos de recolha de dados utilizados e as questões associadas à ética da investigação em Educação.

4.1. Investigação-Ação

A Investigação-Ação (IA) é uma das metodologias mais amplamente utilizadas em Educação e outras Ciências Sociais, inserindo-se no paradigma sócio-crítico da investigação social e educacional (Ilgaz et al., 2024). Foi formalmente definida na década de 1940 por Kurt Lewin, que destacou a importância de envolver os participantes em todas as etapas do processo investigativo, promovendo decisões em grupo e comprometendo-se com a melhoria de uma situação-problema específica (Adelman, 1993).

A metodologia de IA integra planificação, análise, identificação de factos e avaliações, bem como ações práticas, com o objetivo de responder aos desafios propostos (Pereira & Pereira, 2020). A IA é caracterizada pela sua flexibilidade, permitindo a combinação de métodos quantitativos, qualitativos e mistos, adequados aos objetivos da investigação (Coutinho, 2014). É uma abordagem que segue um ciclo de planeamento, ação, observação e reflexão, promovendo mudanças no contexto investigado e nos próprios investigadores (Banegas & Güngör, 2025). Essa característica faz dela uma metodologia altamente adaptável, orientada para a ação e intrinsecamente conectada à prática educativa (Pereira & Pereira, 2020). As etapas do ciclo são representadas numa espiral, composta por quatro etapas principais:

1. **Planeamento:** Identificação de um problema ou questão relevante e definição de um plano de ação para o enfrentar.
2. **Ação:** Implementação das intervenções planeadas no contexto real.
3. **Observação:** Recolha e análise de dados para avaliar os resultados da intervenção.
4. **Reflexão:** Avaliação crítica dos resultados obtidos, gerando dados para novos ciclos de investigação (Pereira & Pereira, 2020).

Este modelo cíclico permite ajustes contínuos, garantindo que cada iteração do processo seja informada pelos resultados e aprendizagens do ciclo anterior (Putra et al., 2022).

No contexto da formação docente, a IA é frequentemente descrita como o estudo de um acontecimento social com o objetivo de melhorar a qualidade das ações que nele ocorrem. Segundo Coutinho (2014), tem como objetivos compreender, melhorar e reformar práticas profissionais e intervir em pequena escala para poder analisar detalhadamente os efeitos da intervenção.

4.1.1. O professor-investigador

O papel do professor-investigador (PI) é central na metodologia de IA. Ele assume uma postura reflexiva e participativa, desenvolvendo estratégias para resolver problemas específicos observados no contexto escolar. Este processo envolve a identificação e formulação de problemas, escolha dos métodos e instrumentos de recolha de dados, análise e interpretação dos resultados, sempre com o objetivo de melhorar a prática educativa (Rosa & Schnetzler, 2003).

A investigação desempenha um papel crucial no desenvolvimento profissional dos professores. Ao adotar práticas investigativas, os docentes ampliam os seus conhecimentos, desenvolvem competências e aperfeiçoam as suas estratégias pedagógicas.

4.2. Caracterização da amostra

A composição da amostra de conveniência deste estudo era de 27 alunos do 11.º ano de uma escola básica e secundária no centro do Porto. Esta amostra era composta por 15 alunas e 12 alunos com idade média de 17 anos de idade e inclui ainda uma aluna brasileira, e dois alunos que beneficiam de medidas acomodação curricular porque apresentam classificação inferior a 9,5, incluindo uma aluna com dislexia, mas que não necessita de adaptações adicionais às tarefas propostas (Anexo 1).

De sublinhar que a presente amostra corresponde a uma amostra de conveniência (Coutinho et al., 2009) já que a amostragem não é aleatória e corresponde unicamente a uma das turmas acompanhadas pela PE no âmbito da PES. Contudo, os resultados desta investigação fornecem indicadores relevantes para reflexão sobre práticas pedagógicas e metodologias no ensino da geologia. Acrescenta-se, neste âmbito, que

a amostra em análise, apesar de reduzida dado que não tem um número significativo de participantes (N=27), não é de carácter representativo e probabilístico, isto é, os resultados da amostra não poderão assumir uma leitura generalizada, sendo apenas interpretados como indicadores (Coutinho et al., 2009).

4.3. Técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados

A IA, dentro do paradigma sócio-crítico, utiliza uma abordagem mista que combina métodos quantitativos e qualitativos, permitindo flexibilidade e adaptação ao contexto e às questões de investigação (Coutinho, 2014). A IA é conhecida pelo seu carácter participativo, reflexivo e emancipatório, promovendo a transformação da prática educativa. Para isso, neste PII foram seleccionadas técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados que permitem a triangulação de informações, garantindo uma análise detalhada e robusta.

4.3.1. Recolha de dados

A Tabela 3 apresenta uma síntese dos instrumentos seleccionados para a recolha e análise de dados. Para cada técnica foram construídos os instrumentos tendo como objetivo avaliar o PII

Recolha de dados		Análise de dados	
Técnica	Instrumento	Dados	Técnica
Observação participante	Grelha de Observação	Grelha preenchidas pela PE	Análise de conteúdo
Recolha documental	Teste de diagnóstico e de aferição de conhecimentos.	As respostas dos alunos aos testes de diagnóstico e final	Análise de conteúdo
	Ficha de trabalho do modelo da coluno estratigráfica	As respostas dos alunos à ficha de trabalho	Análise de conteúdo
	Ficha de trabalho do estudo do caso do anticlinal de Valongo	As respostas dos alunos à ficha de trabalho	Análise de conteúdo

Tabela 3 - Instrumentos para a Recolha e Análise de Dados

O teste foi desenvolvido com base nos conteúdos abordados durante a intervenção, incorporando diferentes tipos de questões, como escolha múltipla, verdadeiro/falso e itens de construção. Este instrumento foi aplicado tanto no início quanto no final da sequência didática, permitindo comparar os resultados e avaliar a evolução dos conhecimentos dos alunos.

A grelha de observação (Apêndice 14) foi utilizada para registar de forma sistemática o desempenho e as interações dos alunos durante as atividades. Este instrumento incluiu indicadores pré-definidos, como níveis de participação, aplicação de conceitos e demonstração de competências de pensamento crítico.

4.4. Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados

A qualidade de uma investigação depende intrinsecamente da robustez dos seus instrumentos de recolha de dados. Para garantir a credibilidade e a fidedignidade dos resultados obtidos, é imperativo que estes instrumentos demonstrem tanto validade quanto fidelidade (Coutinho, 2014). A validade refere-se à capacidade do instrumento para medir efetivamente aquilo a que se propõe, assegurando que os dados recolhidos são pertinentes e adequados às questões de investigação. A fidelidade, por sua vez, diz respeito à consistência dos resultados produzidos pelos instrumentos (Coutinho, 2014). Para garantir essa fidelidade, foram implementadas estratégias como a padronização das questões e dos formatos de resposta, bem como a uniformização dos procedimentos de aplicação a todos os participantes. Além disso, a observação e o registo dos comportamentos dos alunos seguiram critérios comuns e sistemáticos, contribuindo para a consistência interna dos dados recolhidos. Estas medidas asseguraram a obtenção de dados fiáveis e comparáveis, reforçando a credibilidade das conclusões da investigação.

Os instrumentos de recolha de dados passaram por um processo de validação, por parte da professora orientadora e pela professora cooperante, de forma a garantir a fidelidade dos resultados.

4.5. Normas éticas

As questões éticas na investigação envolvem o que um investigador deve ou não fazer, sendo respostas complexas que variam conforme o caso. Na área da educação, essas

preocupações incluem a responsabilidade de preservar a dignidade dos participantes e considerar os efeitos da pesquisa, especialmente quando envolve menores de idade (Cohen et al., 2017).

É essencial abordar aspetos como consentimento e assentimento informados, confidencialidade, anonimato e participação voluntária. Para regulamentar a investigação, surgiram princípios éticos, legislação, comités de ética e outros órgãos que avaliam as propostas de investigação quanto às suas implicações éticas e à adequação dos métodos utilizados.

A Faculdade de Ciências da Universidade do Porto possui uma Comissão de Ética que supervisiona as investigações dos seus pesquisadores, atuando como órgão regulador.

Assim, no dia 8 de janeiro de 2025, foi submetido um pedido de parecer à Comissão de Ética da FCUP, incluindo uma breve descrição do projeto (Apêndice 15) e os termos de Consentimento e Assentimento Informado (Apêndice 16). O parecer pela comissão de ética foi concedido no dia 17 de fevereiro de 2025 (Anexo 2).

4.6. Cronograma

Este capítulo trata das várias fases do desenvolvimento deste projeto e dos passos tomados ao longo dos vários meses que durou a PES. Este apresenta na Tabela 3 as várias etapas e a sua distribuição ao longo da IPP (Tabela 4).

Fase 1 -Revisão da literatura- Esta fase do relatório foi caracterizada pela pesquisa, leitura e seleção da informação de artigos, livros, relatórios e documentos para a posterior redação;

Fase 2- Recolha dos consentimentos informados- Nesta fase distribui os consentimentos informados para os encarregados de educação dos alunos assinarem, distribuir também os assentimentos para os alunos tomarem conhecimento que iriam participar no estudo e darem o seu assentimento;

Fase 3-Construção dos recursos educativos- Nesta fase construi, testei e melhorei os recursos que utilizei na SD;

Fase 4- Implementação das atividades- Nesta fase foi implementada a SD mencionada no capítulo 3;

Fase 5- Recolha de dados – Nesta fase foram aplicados os métodos de recolha de dados que foram mencionados no capítulo 4;

Fase 6- **Tratamento dos dados** – Esta fase foi quando organizei, tratei e analisei os dados recolhidos na fase 4;

Fase 7- **Redação**- Esta última fase retrata a redação do relatório da IPP.

	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.
Fase 1										
Fase 2										
Fase 3										
Fase 4										
Fase 5										
Fase 6										
Fase 7										

Tabela 4 - Cronograma mensal

5. Resultados e Discussão

Este capítulo apresenta e analisa os resultados obtidos ao longo da implementação da sequência didática centrada na metodologia EOAI. A análise estrutura-se em quatro secções principais: a evolução dos resultados entre o pré e o pós-teste, a observação das atitudes e competências dos alunos durante as atividades práticas, o desempenho na ficha de trabalho associada à modelação e, por fim, a análise do trabalho realizado na atividade de estudo de caso. Pretende-se, assim, compreender de forma integrada em que medida a abordagem adotada promoveu a aquisição dos conteúdos e competências científicas relacionadas com a estratigrafia.

5.1. Pré e pós teste

De modo a avaliar o sucesso escolar, implementou-se um teste diagnóstico (pré-teste) e um teste final (pós-teste) com questões distribuídas pelos seis princípios estratigráficos. O teste era o mesmo, mas um foi aplicado no início e o outro no final da implementação da SD. Os resultados obtidos foram tratados estatisticamente com o apoio do programa Excel, e convertidos numa escala de 0 a 20 valores.

A média global da turma no pré-teste foi de 11,3 valores, apresentando um desvio padrão de 2,1 valores, tendo aumentado para 14,0 valores no pós-teste, com um desvio padrão de 2,3, como demonstrado na Tabela 5. A análise por princípio estratigráfico revela progressos notórios em todos os tópicos.

Parâmetros	Pré- teste	Pós-teste
Média	11,3 valores	14,0 valores
Desvio padrão	2,1 valores	2,3 valores
Mínimo	7,8 valores	8,0 valores
Máximo	15,4 valores	17,6 valores

Tabela 5 - Comparação de resultados do pré e pós teste

5.1.1. Princípio da horizontalidade

O princípio da horizontalidade foi avaliado nas questões Q15.2, Q16.2 e Q16.3, os resultados evidenciam uma evolução positiva no desempenho dos alunos. A média das cotações nas três questões aumentou de 1,9 para 5,6 em Q15.2, de 3,3 para 7,0 em Q16.2 e de 2,2 para 2,6 em Q16.3. Estes dados sugerem um desenvolvimento mais

consolidado na compreensão do conceito de deposição horizontal dos estratos, como observado no Gráfico 1.

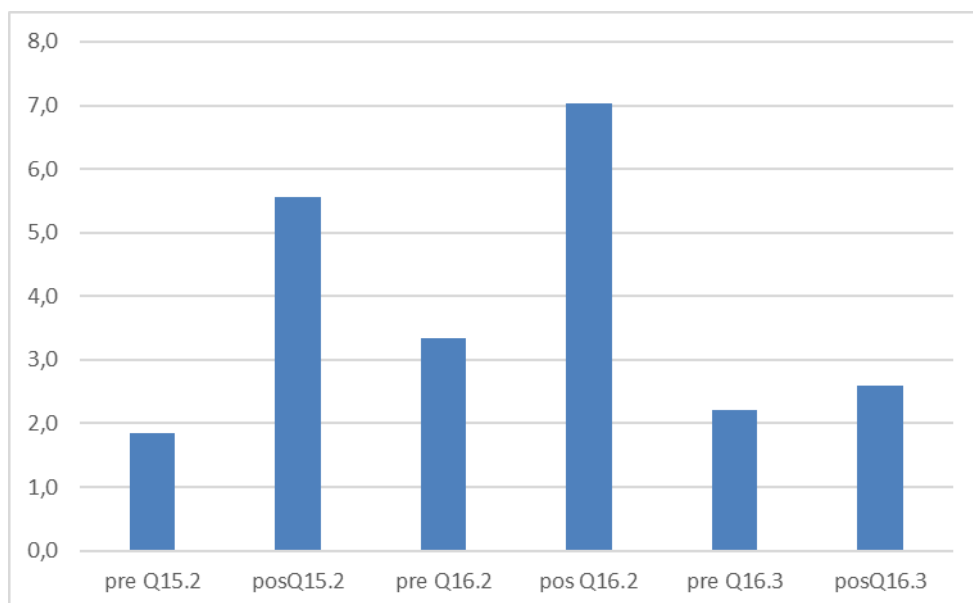


Gráfico 1 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio horizontalidade no pré e pós teste

5.1.2. Princípio da continuidade lateral

O princípio da continuidade lateral foi avaliado através das questões Q14 e Q16.1, observou-se uma evolução de 8,0 para 10,0 valores em Q14, e de 3,0 para 5,2 valores em Q16.1. Verificou-se uma melhoria na compreensão da continuidade lateral das camadas, importante para a interpretação das estruturas sedimentares, observado no Gráfico 2.

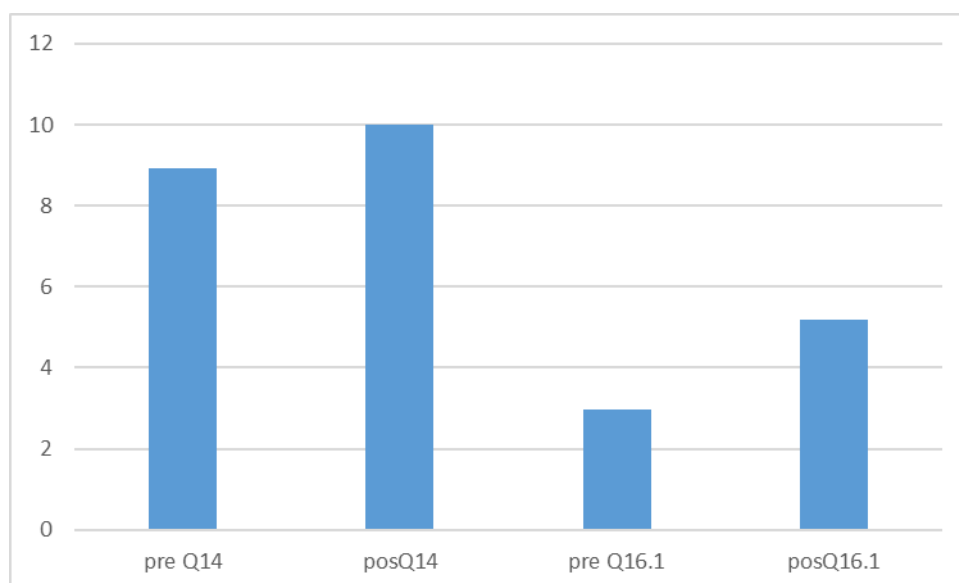


Gráfico 2 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio continuidade lateral no pré e pós teste

5.1.3. Princípio da identidade paleontológica

Este princípio foi avaliado nas questões Q4, Q6, Q8, Q12, Q14, Q15.2 e Q16.3. A evolução nas médias foi positiva na maioria: Q4 (8,9 para 8,5), Q6 (7,8 para 8,1), Q8 (5,6 para 7,4), Q12 (9,3 para 10,0), Q14 (8,9 para 10,0), Q15.2 (5,6 para 3,0) e Q16.3 (1,9 para 2,2). Apesar da ligeira descida em Q15.2, observa-se um progresso global que se pode observar no Gráfico 3.

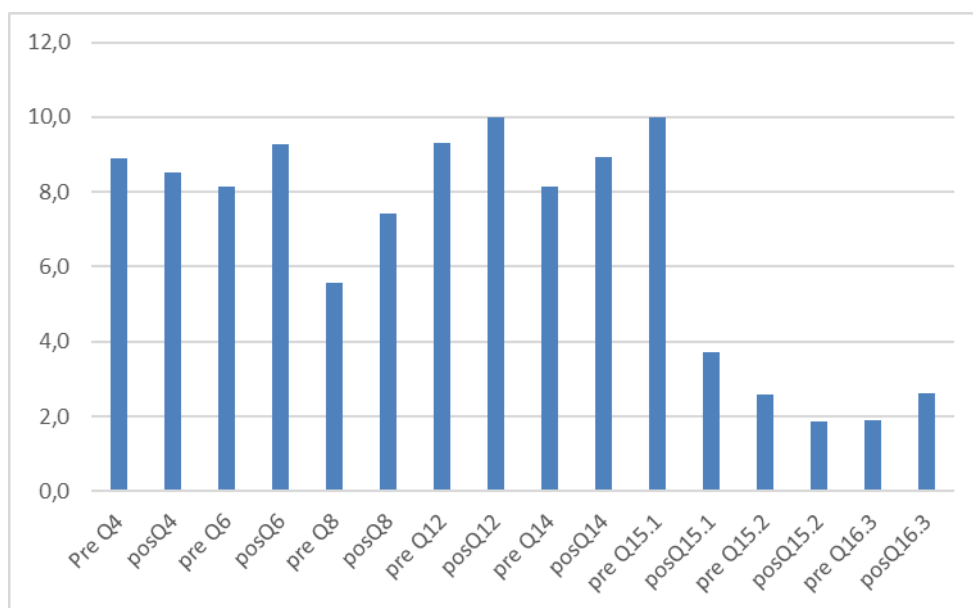


Gráfico 3 -Frequência de respostas corretas relativo ao princípio identidade paleontológica no pré e pós teste

5.1.4. Princípio da interseção

Avaliado em Q1, Q12, Q13, Q14, Q15.1, Q15.2 e Q16.3, verificou-se evolução em Q1 (9,3 para 10,0), Q12 (9,3 para 10,0), Q13 (7,4 para 8,1), Q14 (8,9 para 10,0), Q16.3 (0,4 para 1,1), e uma descida em Q15.1 (3,7 para 2,6), observado no Gráfico 4. A tendência geral aponta para uma melhor compreensão da sucessão de eventos geológicos.

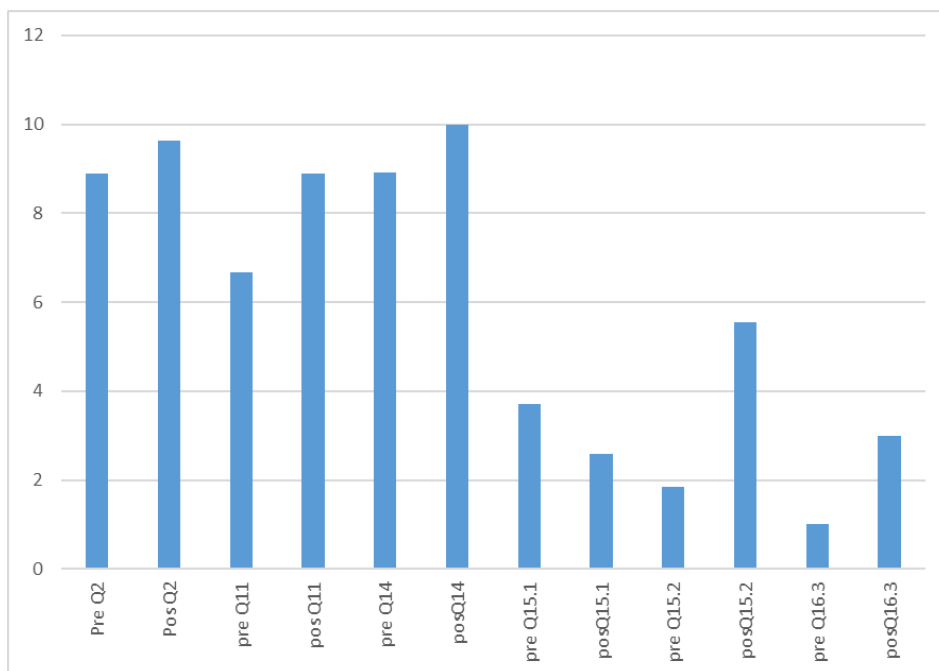


Gráfico 4 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio identidade interseção no pré e pós teste

5.1.5. Princípio da inclusão

O princípio da inclusão foi avaliado nas questões Q10 e Q14, as médias passaram de 4,1 para 7,0 em Q10 e de 8,9 para 10,0 em Q14, observado no Gráfico 5. Os dados demonstram consolidação do conceito de inclusão de fragmentos rochosos.

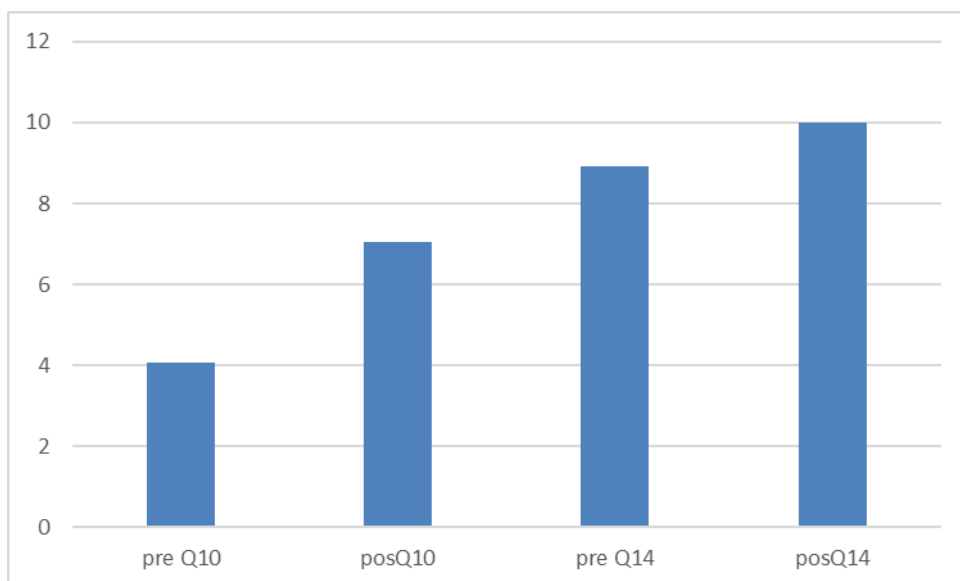


Gráfico 5 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio identidade inclusão no pré e pós teste

5.1.6. Princípio da sobreposição

O princípio da sobreposição foi avaliado através das questões Q9 do instrumento de aferição. A questão Q9 revelou uma evolução de 4,1 para 5,6 valores (Gráfico 6), sugerindo melhoria na compreensão da ordenação cronológica das camadas sedimentares.

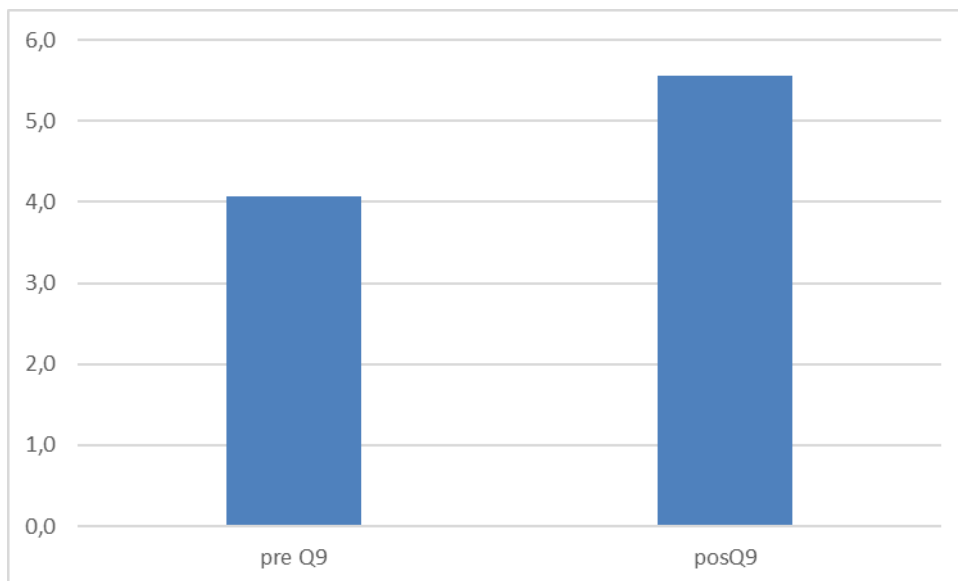


Gráfico 6 - Frequência de respostas corretas relativo ao princípio identidade sobreposição no pré e pós teste

Estes dados evidenciam um progresso generalizado no desempenho dos alunos, indicando que a SD baseada na metodologia de EOAI foi eficaz na construção do conhecimento geológico.

A eficácia da implementação de metodologias investigativas, como o EOAI, na abordagem da geologia, é amplamente reconhecida na literatura. Vários estudos apontam que a EOAI favorece a compreensão profunda de conceitos científicos complexos, promovendo competências como o raciocínio espacial e o pensamento crítico, essenciais à leitura e interpretação de sequências estratigráficas. Keskin Cevik and Surmeli (2024) demonstraram que alunos do ensino básico envolvidos em atividades investigativas em Geociências evidenciaram progressos significativos na compreensão de tópicos que envolvem processos espaciais e temporais, como os que regem a deposição e a sucessão de camadas rochosas. Do mesmo modo, Strat et al. (2024), numa revisão sistemática sobre a implementação da aprendizagem baseada na investigação na formação de professores, confirmam que esta abordagem melhora substancialmente a compreensão conceptual dos alunos em ciências. Estes dados

reforçam os resultados obtidos nesta SD, na qual se observou um progresso generalizado nos diferentes princípios estratigráficos avaliados. O envolvimento ativo dos alunos em tarefas de questionamento, recolha e interpretação de dados e construção de explicações fundamentadas revelou-se determinante para o desenvolvimento de uma compreensão mais estruturada dos processos estratigráficos, confirmando a relevância pedagógica da EOAI para o ensino da Geologia.

5.2. Grelha de observação

A grelha de observação desenvolvida permitiu analisar as atitudes dos alunos durante o desenvolvimento das atividades do PII. Os alunos foram observados individualmente nas aulas práticas do modelo e na aula de estudo de caso, relativamente a cinco competências do PASEO: Linguagem e texto; Raciocínio e resolução de problemas; Pensamento crítico e criativo; Relacionamento interpessoal; Saber científico, técnico e tecnológico.

Na aula do modelo (Tabela 6), observou-se que a maioria dos alunos revelou um desempenho muito satisfatório em "Relacionamento interpessoal" (n=17; 68,0%) e em "Raciocínio e resolução de problemas" (n=13; 52,0%). No entanto, em "Pensamento crítico e criativo" apenas 3 alunos (12,0%) atingiram o nível "Muito Bom", sugerindo que esta competência ainda deve ser trabalhada.

Competência	Muito Bom (5)	Bom (4)	Suficiente (3)
Linguagem e texto	n=9 (36,0%)	n=5 (20,0%)	n=11 (44,0%)
Raciocínio e resolução de problemas	n=13 (52,0%)	n=8 (32,0%)	n=4 (16,0%)
Pensamento crítico e criativo	n=3 (12,0%)	n=10 (40,0%)	n=12 (48,0%)
Relacionamento interpessoal	n=17 (68,0%)	n=6 (24,0%)	n=2 (8,0%)
Saber científico, técnico e tecnológico	n=3 (12,0%)	n=16 (64,0%)	n=6 (24,0%)

Tabela 6 - Resultados da grelha de observação da atividade prática (modelo)

Na aula de estudo de caso (Tabela 7), embora o desempenho global dos alunos tenha sido positivo, notou-se um decréscimo nos níveis "Muito Bom" em quase todas as competências. Apenas 2 alunos (7,4%) foram classificados como "Muito Bom" em "Saber científico, técnico e tecnológico", enquanto 10 alunos (37,0%) mantiveram esse nível em "Relacionamento interpessoal".

Competência	Muito Bom (5)	Bom (4)	Suficiente (3)
Linguagem e texto	n=6 (22,2%)	n=11 (40,7%)	n=10 (37,0%)
Raciocínio e resolução de problemas	n=5 (18,5%)	n=10 (37,0%)	n=12 (44,4%)
Pensamento crítico e criativo	n=3 (11,1%)	n=14 (51,9%)	n=12 (44,4%)
Relacionamento interpessoal	n=10 (37,0%)	n=11 (40,7%)	n=6 (22,2%)
Saber científico, técnico e tecnológico	n=2 (7,4%)	n=16 (59,3%)	n=9 (33,3%)

Tabela 7 - Resultados da grelha de observação na aula de estudo de caso (Valongo)

Estes resultados mostram que, em geral, os alunos demonstraram uma participação ativa e colaborativa nas atividades. No entanto, fica evidente a necessidade de promover atividades que estimulem fortemente o pensamento crítico e criativo, bem como reforçar a aplicação do conhecimento científico de forma mais consistente e fundamentada.

Vários estudos sublinham a eficácia do uso de estudos de caso na promoção do pensamento crítico e da aprendizagem ativa. Amelia et al. (2024) demonstraram que a utilização de casos contribui significativamente para o desenvolvimento do pensamento crítico em várias dimensões, como a interpretação, análise, inferência e autorregulação, ao envolver os alunos em cenários reais e promover a colaboração e a reflexão. De forma semelhante, Yang et al. (2024) evidenciaram que o estudo de casos aumenta a motivação, a autonomia e a capacidade de analisar informação em contextos clínicos, o que é aplicável a outras áreas científicas, como as Geociências. No entanto, ambos os estudos destacam que o sucesso da estratégia depende fortemente do grau de estrutura e complexidade dos casos apresentados e da maturidade cognitiva dos alunos. Assim, é possível que no presente estudo a menor expressão de competências

de pensamento crítico esteja relacionada com a complexidade do estudo de caso, que exigia a articulação de múltiplos princípios estratigráficos e a aplicação simultânea de conhecimentos geológicos e competências transversais, como o raciocínio e a argumentação. Isto sugere que, embora a metodologia seja adequada, a sua eficácia poderá ser otimizada com uma estrutura mais guiada ou com a introdução gradual de desafios cognitivos.

5.3. Ficha de trabalho do guião do modelo

Na segunda aula da SD, os alunos participaram numa atividade prática de construção de um modelo físico de uma coluna estratigráfica. Esta atividade decorreu antes de os alunos terem tido uma exploração dos conceitos teóricos acerca dos princípios da estratigrafia, com o objetivo de promover o questionamento, característica da metodologia EOAI.

Através da construção do modelo, pretendia-se que os alunos comesçassem a explorar e reconhecer, de forma intuitiva e guiada, conceitos fundamentais como a sobreposição, a horizontalidade original, a continuidade lateral e a interseção. Com base nas tarefas do guião de exploração, foi atribuída uma pontuação individual aos alunos para cada um destes princípios. Nesta atividade participaram 25 alunos e, conforme mostra a Tabela 8, o princípio da identidade paleontológica foi o mais acessível, seguido do princípio da interseção. O princípio da horizontalidade foi o mais desafiante.

Princípios	Muito Bom	Bom	Suficiente
Identidade Paleontológica	n=22 (88,0%)	n=2 (8,0%)	n=1 (4,0%)
Interseção	n=10 (40,0%)	n=12 (48,0%)	n=3 (12,0%)
Horizontalidade Inicial	n=3 (12,0%)	n=20 (80,0%)	n=2 (8,0%)

Tabela 8 - Níveis de desempenho dos alunos por princípio estratigráfico na atividade do modelo

Estes dados reforçam a vantagem que a modelação, como ferramenta didática, pode trazer para a introdução de conceitos geológicos. O envolvimento dos alunos na manipulação dos materiais e na simulação de processos de deposição sedimentar

contribuiu para o desenvolvimento de modelos mentais, que mais tarde foram consolidados com o apoio teórico e o estudo de caso aplicado.

A literatura científica tem vindo a reconhecer de forma consistente o valor educativo da modelação no ensino das Ciências da Terra, particularmente na abordagem de conceitos abstratos como os princípios da estratigrafia. Torres and Vasconcelos (2016) defendem que os modelos científicos, enquanto representações intencionais e simplificadas da realidade, possibilitam a visualização e exploração de processos geológicos que, de outro modo, seriam inacessíveis ao olhar direto do aluno. De forma complementar, King (2016) demonstrou que o uso de modelos físicos em atividades práticas promove uma aprendizagem profunda e significativa, incentivando o questionamento, a observação cuidada e a construção de explicações com base em evidências. Estes autores sublinham ainda que a manipulação de modelos permite ao aluno explorar relações causais entre processos e estruturas, favorecendo a formação de modelos mentais robustos. Assim, os dados obtidos nesta atividade reforçam a evidência de que a construção e exploração de modelos físicos de colunas estratigráficas, mesmo antes da exposição teórica, potencia a compreensão intuitiva e progressiva dos princípios fundamentais da estratigrafia.

5.4. Ficha de trabalho sobre o estudo de caso

Com o objetivo de consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo da sequência didática foi proposta uma ficha de trabalho baseada num estudo de caso sobre a Serra de Valongo. Esta atividade teve como finalidade promover a aplicação dos princípios estratigráficos em contexto real, através da análise de imagens, documentos geológicos e excertos informativos relacionados com a região. A ficha permitiu avaliar a capacidade dos alunos para mobilizar os seus conhecimentos científicos e aplicar os princípios da estratigrafia de forma integrada e fundamentada. Foram avaliadas três categorias principais: o princípio da identidade paleontológica, o princípio da inclusão e a combinação entre os princípios da horizontalidade inicial e da sobreposição. Os dados obtidos são apresentados na Tabela 9.

Princípios	Muito Bom	Bom	Suficiente
Identidade inclusão	n=22 (81,5%)	n=4 (14,8%)	n=1 (3,7%)
Identidade paleontológica	n=22 (81,5%)	n=2 (7,4%)	n=3 (11,1%)
Horizontalidade Inicial e Sobreposição dos estratos	N=11 (40,7%)	n=15 (55,6%)	n=1 (3,7%)

Tabela 9 - Níveis de desempenho dos alunos por princípio estratigráfico na atividade do caso

A atividade permitiu que os alunos aplicassem os conhecimentos adquiridos ao longo das aulas de forma contextualizada, utilizando documentos reais sobre a Serra de Valongo. Verificou-se que os princípios da inclusão e identidade paleontológica foram bem compreendidos. A aplicação combinada dos princípios de horizontalidade e sobreposição, embora mais complexa, demonstrou também resultados satisfatórios, evidenciando a capacidade dos alunos para integrar diferentes conceitos.

A literatura especializada em educação em Geociências evidencia a eficácia das abordagens pedagógicas baseadas em estudos de caso na consolidação de conceitos estratigráficos fundamentais. Keskin Cevik and Surmeli (2024) demonstram que utilização de estudo de casos permite não só uma melhor assimilação dos conceitos de geologia, mas também potencia a capacidade dos alunos para aplicar esse conhecimento em contextos reais e concretos. Esta abordagem, ao aliar teoria e prática, favorece a transição de conceitos abstratos para representações compreensíveis, promovendo aprendizagens mais profundas e duradouras. Do mesmo modo, (Silva et al., 2021) defendem a utilização de estudos de caso é uma estratégia central na valorização do património geológico e no desenvolvimento da literacia científica e ambiental. Neste enquadramento, os resultados obtidos com a análise do caso da Serra de Valongo confirmam a relevância da contextualização e da prática investigativa como ferramentas eficazes para o ensino dos processos geológicos.

6. Conclusões

Esta secção apresenta as conclusões da investigação, identifica as limitações a que a mesma esteve sujeita, sugere pistas para futuras investigações e inclui uma reflexão acerca dos contributos do estudo para o desenvolvimento profissional da PE. O estudo procurou compreender de que forma a implementação do EOAI, com recurso à modelação e ao estudo de caso, contribui para a aprendizagem dos princípios da estratigrafia por alunos do 11.º ano.

6.1 Conclusões

A presente investigação procurou responder à questão “Será que o uso do EOAI permite o sucesso na aquisição das AE no conteúdo curricular da estratigrafia?”. A análise dos dados recolhidos ao longo da implementação da sequência didáctica permite concluir que a metodologia adotada contribuiu de forma positiva para o desenvolvimento das aprendizagens dos alunos, quer ao nível conceptual, quer ao nível das competências previstas no PASEO.

A análise dos resultados do pré e pós-teste revelou uma melhoria significativa no desempenho da maioria dos alunos, sobretudo em princípios como a sobreposição, a horizontalidade original e a continuidade lateral. Estes avanços demonstram uma progressão real no domínio dos conceitos fundamentais da estratigrafia, diretamente alinhados com as AE. Ainda que alguns princípios, como a identidade paleontológica ou a interseção, tenham continuado a representar maiores desafios, os dados apontam para um progresso geral nas aprendizagens, sustentado pela abordagem prática e investigativa da metodologia implementada.

Para além dos dados quantitativos, a grelha de observação aplicada nas aulas práticas revelou um elevado nível de envolvimento, cooperação e participação por parte dos alunos, nomeadamente nas competências de raciocínio, comunicação e aplicação de saberes científicos em contextos concretos. A estratégia de modelação permitiu aos alunos construir e testar os seus próprios modelos mentais sobre os princípios estratigráficos, enquanto o estudo de caso os desafiou a aplicar os princípios da estratigrafia em situações reais, promovendo o pensamento crítico e a resolução de problemas.

Desta forma, conclui-se que a aplicação do EOAI, integrando estratégias como a modelação e o estudo de casos, revelou-se eficaz na promoção de aprendizagens

significativas no domínio da estratigrafia. Para além da aquisição de conhecimentos científicos, os alunos desenvolveram competências essenciais para a sua formação integral, confirmando o potencial do EOAI como metodologia promotora de sucesso educativo no ensino das Geociências.

6.2 Limitações do Estudo

Apesar dos resultados encorajadores, é fundamental reconhecer as limitações que marcaram esta investigação. O estudo esteve condicionado por diversos fatores, em especial pelo contexto da sua realização, inserido no âmbito da PES. Neste enquadramento, o tempo disponível para a conceção e implementação do projeto revelou-se limitado. A carga curricular extensa da disciplina e alguns imprevistos ocorridos ao longo do ano letivo resultaram na não concretização de todas as aulas inicialmente previstas, o que reduziu o tempo disponível para dedicar à temática. Ainda assim, a flexibilidade e abertura demonstradas pela professora cooperante, bem como o envolvimento e motivação dos alunos, tornaram possível a concretização bem-sucedida da intervenção pedagógica.

Adicionalmente, a natureza da amostra utilizada representa uma limitação significativa. Tratando-se de uma amostra de conveniência, de reduzida dimensão e sem aleatoriedade, os resultados obtidos não podem ser generalizados, devendo ser considerados apenas como indicadores válidos no contexto específico em que foram obtidos.

Outro constrangimento prendeu-se com a logística e os recursos materiais. Alguns dos materiais necessários à realização da atividade prática, nomeadamente os aquários utilizados por oito grupos, tiveram de ser emprestados, uma vez que a aquisição dos mesmos implicaria um custo elevado, pouco compatível com a realidade escolar.

Para investigações futuras, sugere-se o alargamento da amostra a outras turmas da disciplina de Biologia e Geologia, integrando alunos de diferentes contextos socioeconómicos e com níveis diversos de desempenho escolar. Esta abordagem permitirá uma análise mais abrangente e representativa da eficácia da metodologia implementada.

6.3 Sugestões para Futuras Investigações

Tendo em conta os resultados obtidos, as limitações do presente estudo e a natureza cíclica da metodologia de Investigação-Ação, importa salientar que as alterações aqui propostas seriam aplicadas num próximo ciclo de investigação, que é característico desta metodológica de investigação. Este novo ciclo permitiria reformular e testar novas estratégias, com o objetivo de aprofundar as aprendizagens e superar as dificuldades identificadas.

No que diz respeito à atividade de modelação, seria pertinente reformular os guiões de exploração utilizados, acrescentando questões que promovam níveis cognitivos mais elevados, como a avaliação de hipóteses, a identificação de limitações do modelo físico utilizado e a extrapolação dos fenómenos simulados para casos reais. Estas alterações contribuiriam para que os alunos não apenas compreendessem os princípios estratigráficos, mas também desenvolvessem capacidades de argumentação e de resolução de problemas.

Relativamente ao estudo de caso, propõe-se o desenvolvimento de um conjunto mais alargado e diversificado de questões, capazes de promover níveis superiores de pensamento, como a análise, a síntese e a avaliação. As perguntas deverão fomentar o papel ativo dos alunos na aplicação dos conhecimentos adquiridos durante as aulas sobre o tema, incentivando-os a formular hipóteses, interpretar evidências e justificar raciocínios com base em dados reais.

De forma a enriquecer a experiência e promover maior contextualização, sugere-se ainda a inclusão de uma visita de estudo virtual à Serra de Valongo, através da exploração de recursos digitais como vídeos, imagens em 360º, modelos tridimensionais ou mapas interativos. A esta experiência poderia ser associada a interpretação de cartas geológicas, promovendo competências de leitura de diferentes representações cartográficas e aplicação dos princípios da estratigrafia.

A implementação de um segundo ciclo de Investigação-Ação, incorporando estas reformulações, permitiria aferir o impacto das melhorias introduzidas e refletir, de forma mais aprofundada, sobre a eficácia das estratégias de ensino utilizadas.

Referências Bibliográficas

- Acedo, A., Fesharaki, O., & García-Frank, A. (2025). The Didactic Potential of Paleontological Immovable Heritage for Secondary Education (Middle School and High School) Students in Spain: Assessment from Learning and Research Approaches. *Geosciences*, 15(5), 164. <https://doi.org/10.3390/geosciences15050164>
- Adelman, C. (1993). Kurt Lewin and the origins of action research. *Educational action research*, 1(1), 7-24. <https://doi.org/10.1080/0965079930010102>
- Agreiro, D. M. V. (2022). *As Potencialidades Educativas da Utilização de Modelos e Simulações no Ensino dos Princípios de Estratigrafia e das Deformações de Rochas na Disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano* Universidade de Lisboa (Portugal)]. <http://hdl.handle.net/10451/57539>
- Alves de Souza, A., da Costa Alves, I., Martins da Silva Sousa, L., & Moreira da Silva, J. (2024). THE INDISPENSABILITY OF THE EDUCATIONAL PLANNING PROCESS. *Revista Gênero e Interdisciplinaridade*, 5(01), 170 - 182. <https://doi.org/10.51249/gei.v5i01.1862>
- Amelia, R., Sukroyanti, B. A., & Prayogi, S. (2024). The Impact of Case-Based Learning on Students' Critical Thinking: Insights from an Experimental Study. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 12(2), 244. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v12i2.1337>
- Banegas, D., & Güngör, M. (2025). Action Research. <https://doi.org/10.1002/9781405198431.wbeal20086>
- Berthault, G. (2002). Analysis of Main Principles of Stratigraphy on the Basis of Experimental Data. *Lithology and Mineral Resources*, 37(5), 442-446. <https://doi.org/10.1023/A:1020220232661>
- Bonito, J. (1999). Da importância do ensino das geociências: algumas razões para o “ser” professor de geociências.
- Bonito, J. (2021). ATIVIDADES PRÁTICAS NO ENSINO DA DEFORMAÇÃO DAS ROCHAS. <http://hdl.handle.net/10174/30327>
- Borradaile, G. (2014). *Understanding Geology Through Maps*. Elsevier. <https://books.google.pt/books?id=HGIZAwAAQBAJ>
- Cardinot, M., & Namen, A. (2017). ASTRONOMIA NO ENSINO DE FÍSICA: UMA ABORDAGEM COM O USO DE SIMULAÇÕES DE CHUVAS DE METEOROS EM UM PLANETÁRIO VIRTUAL. *Revista Ciência e Desenvolvimento*, 10. <https://doi.org/10.11602/1984-4271.2017.10.1.12>
- Chu, J. (2006). Teaching Reform and Exploration of Stratigraphy Course Based on Innovative Education Concept. *Journal of Educational Research and Policies*(1137). [https://doi.org/10.53469/jerp.2022.04\(09\).18](https://doi.org/10.53469/jerp.2022.04(09).18)
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education* (8th, Ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Coutinho, C. P. (2014). Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: Teoria e Prática (2a-Reimpresso). Almedina, SA <https://bibliografia.bnportugal.gov.pt/bnp/bnp.exe/registo,1800094>.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Rodrigues, M. J., Ferreira, C., & Viera, S. R. (2009). Investigação-acção: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Instituto Superior Politécnico Gaya (ISPGaya). Centro de Investigação e Desenvolvimento*. <https://hdl.handle.net/1822/10148>
- de Winter, J., & Millar, R. (2023). From broad principles to content-specific decisions: pre-service physics teachers' views on the usefulness of practical work. *International Journal of Science Education*, 45(13), 1097–1117. <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2187673>
- Deák, C., Kumar, B., Szabó, I., Nagy, G., & Szentesi, S. (2021). Evolution of New Approaches in Pedagogy and STEM with Inquiry-Based Learning and Post-

- Pandemic Scenarios. *Education Sciences*, 11(7), 319. <https://doi.org/10.3390/educsci11070319>
- DGE, Direção-Geral da Educação (2018). *Aprendizagens Essenciais de Biologia e Geologia, 11.º ano*. Ministério da Educação e Ciência Retrieved from https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/11_biologia_e_geologia.pdf
- Drápela, E. (2022). Assessing the Educational Potential of Geosites: Introducing a Method Using Inquiry-Based Learning. *Resources*, 11(11), 101. <https://www.mdpi.com/2079-9276/11/11/101>
- Dusabimana, J., & Rugema Leon, M. (2022). Challenges in Teaching Physics using Inquiry-Based Teaching and Learning Approach: A Case of Lower Secondary School in Gakenke District, Rwanda. *East African Journal of Education and Social Sciences*, 3(3), 140-146. <https://doi.org/10.4314/eajess.v3i3.188>
- Ferreira, C., Alencão, A., & Vasconcelos, C. (2015). O recurso à modelação no ensino das ciências: um estudo com modelos geológicos. *Ciência & Educação (Bauru)*, 21(1), 31-48. <https://doi.org/10.1590/1516-731320150010003>
- Goldsmith, D. W. (2011). A Case-based Curriculum for Introductory Geology. *Journal of Geoscience Education*, 59(3), 119-125. <https://doi.org/10.5408/1.3604824>
- Herrera, J. S., & Riggs, E. M. (2013). Identifying Students' Conceptions of Basic Principles in Sequence Stratigraphy. *Journal of Geoscience Education*, 61(1), 89-102. <https://doi.org/10.5408/12-290.1>
- Ilgaz, G., Vural, L., & Bağışlayan, B. (2024). Action research in science education: a systematic review. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 12(4), 193-202. <https://doi.org/10.17478/jegys.1554538>
- Joshi, J. (2023). Effectiveness of activity based learning in developing practical skills of science. *PARIPEX INDIAN JOURNAL OF RESEARCH*, 12(10), 90–92. <https://doi.org/10.36106/paripex>
- Keskin Cevik, G., & Surmeli, H. (2024). CONCEPTUAL DEVELOPMENT OF 7TH GRADE STUDENTS PROVIDED INQUIRY BASED GEOSCIENCE EDUCATION . *Journal of Baltic Science Education, Journal of Baltic Science Education*, 23(2), Continuous. presented at the April/2024. <https://doi.org/10.33225/jbse/24.23.292>
- Khakimov, O., Ortiqov, O., Ramazanov, N., Okbutaev, B., Mukhammadieva, O., Abdinazarov, U., Khamidov, A., & Khudoymurodova, K. (2024). Unveiling Geological History Through Stratigraphy and Mineralogy. *Archives for Technical Sciences*, 2, 305-310. <https://doi.org/10.70102/afts.2024.1631.305>
- King, C. (2016). Fostering Deep Understanding Through the Use of Geoscience Investigations, Models and Thought Experiments: The Earth Science Education Unit and Earthlearningidea Experiences. In: Vasconcelos, C. (eds) *Geoscience Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43319-6_1
- Kreager, B. Z. (2016). *Concepts about Sedimentology and Stratigraphy in Undergraduate Geoscience Courses* <https://digitalcommons.unl.edu/geoscidiss/80/>
- Martins, G. d. O., Gomes, C. A. S., Brocardo, J., Pedroso, J. V., Camilo, J. L. A., Silva, L. M. U., Encarnação, M. M. G. A. d., Horta, M. J. d. V. C., Calçada, M. T. C. S., Nery, R. F. V., & Rodrigues, S. M. C. V. (2017). *Perfil dos alunos à saída da escolaridade obrigatória*. Ministério da Educação, Direção-Geral da Educação Retrieved from <http://www.dge.mec.pt/noticias/perfil-dos-alunos-saida-da-escolaridade-obrigatoria>
- Minner, D.D., Levy, A.J. and Century, J. (2010), Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *J. Res. Sci. Teach.*, 47: 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>

- Moore, R. C. (1952). Stratigraphical viewpoints in measurement of geologic time. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 33(2), 150-156. <https://doi.org/10.1029/TR033i002p00150>
- Oliveira, H., & Bonito, J. (2023). Practical work in science education: a systematic literature review [Review]. *Frontiers in Education*, Volume 8 - 2023. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1151641>
- Orion, N., & Libarkin, J. (2023). Earth Science Education. In (pp. 692-716). <https://doi.org/10.4324/9780367855758-26>
- Patzkowsky, M. & Holland, S. (2012). *Stratigraphic Paleobiology: Understanding the Distribution of Fossil Taxa in Time and Space*. Chicago: University of Chicago Press. <https://doi.org/10.7208/9780226649399>
- Pereira, A. ., & Pereira, I. (2020). Design-based research and action-research: Two intersecting visions. *New Trends in Qualitative Research*, 2, 336–350. <https://doi.org/10.36367/ntqr.2.2020.336-350>
- Putra, R. M., Solekhah, S., Agustina, D. D., & Sobirov, B. (2022). Action Learning Strategy to Enhance Students Speaking Skill: A Classroom Action Research. *Anglophile Journal*, 2(1), 37–54. <https://doi.org/10.51278/anglophile.v2i1.269>
- Rosa, M. I. d. F. P. d. S., & Schnetzler, R. P. (2003). A investigação-ação na formação continuada de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 09, 27-39. http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132003000100003&nrm=iso
- Sala Sebastià, G., Barquero, B., & Font, V. (2021). Inquiry and Modeling for Teaching Mathematics in Interdisciplinary Contexts: How Are They Interrelated? *Mathematics*, 9(15), 1714. <https://doi.org/10.3390/math9151714>
- Silva, C. A. P. da, Pinto, R. W. M. B., Pedroso, C. N., & Nascimento, R. da S. (2021). A interdisciplinaridade do ensino de geociências como ferramenta à atividade turística: o estudo de caso da Basílica de Nossa Senhora de Nazaré, Belém/PA / The interdisciplinary teaching of geosciences as a tool for tourist activity: the case study of the Basilica of Nossa Senhora de Nazaré, Belém/PA. *Brazilian Journal of Development*, 7(5), 51428–51434. <https://doi.org/10.34117/bjdv.v7i5.30176>
- Strat, T. T. S., Henriksen, E. K., & Jegstad, K. M. (2023). Inquiry-based science education in science teacher education: a systematic review. *Studies in Science Education*, 60(2), 191–249. <https://doi.org/10.1080/03057267.2023.2207148>
- Torres, J., Moutinho, S., & Vasconcelos, C. (2015). Nature of science, scientific and geoscience models: Examining students and teachers' views. *Journal of Turkish Science Education*, 12(4), 3-21. <https://doi.org/10.12973/tused.10148a/>
- Torres, J., Vasconcelos, C. (2016). Models in Geoscience Classes: How Can Teachers Use Them?. In: Vasconcelos, C. (eds) *Geoscience Education*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-43319-6_2
- Torres, J. A. V. (1994). *Estratigrafía: principios y métodos*. Editorial Rueda.
- Vasconcelos, C., & Gomes, C. (2014). A modelação na aula de Geologia. *Curso Foco "Geologia e Sustentabilidade"*. Porto, julho 2014.(11), 7.
- Yang, W., Zhang, X., Chen, X., Lu, J., & Tian, F. (2024). Based case based learning and flipped classroom as a means to improve international students' active learning and critical thinking ability. *BMC Medical Education*, 24(1), 759. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-05758-8>

Apêndices

Apêndice 1 – Diário do professor de uma aula prática

11.º ano 27 de setembro

A aula prática de hoje, dedicada à extração de DNA, evidenciou-se como um momento de forte envolvimento por parte dos alunos desta turma, que manifestaram um entusiasmo, uma curiosidade científica e um rigor metodológico significativamente superiores aos habitualmente observados nas aulas de cariz mais expositivo, confirmando o contributo essencial da componente experimental não apenas para a consolidação dos conteúdos teóricos, mas também para a promoção de competências investigativas e para o aumento da motivação intrínseca dos estudantes face à disciplina.

Apêndice 2 – Diário do professor de uma aula de regência intermitente

11.ºano Reprodução Assexuada

Entre os dias 19 e 28 de novembro, decorreram as regências intermitentes desta turma. As aulas foram divididas entre as duas professoras estagiárias. Inicialmente, a turma não demonstrou grande interesse pelo conteúdo, uma vez que as espécies abordadas no início não eram aquelas com as quais eles mais contactavam no dia a dia. No entanto, quando se tratou da reprodução das abelhas, um animal que eles conhecem bem e sabem da importância para o ecossistema, a turma ficou muito interessada e passou a ser mais participativa, demonstrando grande envolvimento no restante das aulas sobre o tema. Também é de destacar o sucesso de um Kahoot implementado no final da sequência didática, que deixou todos os alunos muito empolgados e motivados a participar.

Apêndice 3 – Diário do professor da implementação de um *Kahoot*

11.º ano 12 de dezembro

Durante a aula de regência intermitente, a aplicação do Kahoot revelou-se uma estratégia particularmente eficaz para dinamizar a aprendizagem, promovendo uma participação ativa e entusiástica por parte dos alunos, que responderam com elevado envolvimento e espírito competitivo saudável, demonstrando não só domínio dos conteúdos, como também uma atitude positiva face ao processo de consolidação do conhecimento.

Apêndice 4 – Diário do professor de uma aula prática

11.º ano Respiração aeróbia

Nestas aulas, os alunos demonstraram dificuldades em entender as diferentes etapas da respiração aeróbia e na distinção entre os tipos de fermentação. A realização de uma atividade experimental sobre a respiração ajudou a turma a demonstrar que estava a compreender melhor como funciona a respiração aeróbica e qual a importância de cada um dos passos para que a fermentação possa ocorrer.

Apêndice 5 – Pré teste e pós teste

Ficha diagnóstica de Biologia e Geologia		11.º ano		A Professora	
Nome:		Nº:		EE:	
Classificação	D1				

- O princípio da sobreposição dos estratos afirma que
 - os estratos mais antigos encontram-se na base de uma sequência não deformada.
 - os estratos mais recentes estão na base da sequência estratigráfica.
 - os estratos mais antigos localizam-se sempre acima dos mais recentes.
 - a idade relativa dos estratos não pode ser determinada numa coluna estratigráfica.
- Numa coluna estratigráfica, se um estrato for cortado por um outro mais recente, aplica-se o princípio da
 - identidade paleontológica
 - sobreposição dos estratos
 - intersecção
 - inclusão
- O princípio do actualismo estabelece que
 - os processos geológicos do passado foram diferentes dos atuais.
 - os processos que ocorreram no passado são os mesmos da actualidade.
 - as camadas rochosas são depositadas da mesma forma ao longo do tempo.
 - as placas tectónicas condicionam a deposição de sedimentos.
- O princípio da identidade paleontológica baseia-se no estudo de
 - estratos não deformados para determinar idades relativas.
 - isótopos radioativos para determinação da idade absoluta.
 - datação de estratos sobrepostos, deformados ou não.
 - fósseis para correlacionar formações geológicas.
- Uma superfície de descontinuidade entre sequências estratigráficas indica que
 - houve alteração nas condições de deposição e erosão.
 - a deposição de materiais foi contínua ao longo do tempo.
 - houve deformação de uma das sequências sedimentares.
 - as sequências apresentam posição espacial diferente.

- O princípio da identidade paleontológica permite
 - determinar a idade relativa das rochas.
 - calcular a idade absoluta de uma rocha.
 - descobrir novas espécies de fósseis vivos.
 - explicar a evolução dos organismos.
- A continuidade lateral de estratos identifica-se quando
 - uma camada sedimentar é dobrada por forças tectónicas.
 - um estrato se estende na horizontal antes de desaparecer.
 - uma falha desloca uma formação da sua posição inicial.
 - um rio interrompe uma formação de sedimentos contínua.
- Um estrato com fósseis de organismos que viveram num curto intervalo de tempo, pode ser utilizado para
 - determinar a idade absoluta das rochas.
 - estabelecer uma datação radiométrica precisa.
 - correlacionar estratos em diferentes locais.
 - identificar a composição química das rochas.
- O princípio do uniformitarismo sugere que os processos geológicos
 - ocorreram com a mesma intensidade ao longo do tempo.
 - da actualidade decorreram do mesmo modo no passado.
 - do passado foram causados por eventos catastróficos.
 - desenrolaram-se num período da história da Terra específico.
- O princípio da inclusão sugere que
 - rochas magmáticas que sejam mais recentes cortam estratos mais antigos.
 - um fóssil é encontrado num estrato mais recente do que a sua idade real.
 - fragmentos rochosos mais antigos estão incorporados em rochas mais jovens.
 - um fóssil pode ser encontrado num estrato mais antigo do que a sua idade.
- A observação de uma intrusão magmática que atravessa uma sequência estratigráfica, permite a aplicação do princípio de
 - continuidade lateral
 - intersecção
 - identidade paleontológica
 - inclusão

Apêndice 6 – Guião de exploração do modelo

Guia de exploração do modelo estratigráfico	11.º ano	A Professora
---	----------	--------------

Nome:

Este guião está dividido em 2 partes: parte I do trabalho em grupo; parte II do questionário individual.

Parte I

A estratigrafia é o ramo da geologia que estuda a disposição e sucessão das camadas de rochas sedimentares, permitindo reconstituir a história geológica da Terra. Os princípios estratigráficos, como o da sobreposição de estratos, da continuidade lateral e da inclusão, são fundamentais para compreender a história geológica de um paleoambiente.

Nesta atividade, será construído um modelo tridimensional de uma coluna estratigráfica, simulando a deposição de sedimentos e a ocorrência de eventos geológicos como intrusões magmáticas e deformação de camadas estratigráficas, devido à aplicação de tensões e a ocorrência de erosão. A análise do modelo permitirá interpretar os processos responsáveis pela formação e transformação das seqüências estratigráficas observadas na natureza.

Objetivo

Compreender como ocorre a deposição e alteração de camadas estratigráficas, utilizando um modelo para representar os processos geológicos que ocorrem ao longo do tempo.

Material:

- Recipiente transparente (aquário ou caixa de plástico)
- Areia fina
- Areia grossa
- Terra
- Magma (Parafina ou cera)
- Pequenos fósseis ou conchas (plasticina)
- Fonte de calor (lâmparina com suporte ou placa de aquecimento)
- Placa de metal
- Pá de jardinagem
- Calços
- Gobelê
- Água
- Caneta vermelha

Discussão:

2. Identifica os estratos que atuaram como referência para a datação relativa da coluna.

3. Explica o motivo de se pressionar as camadas de sedimentos.

4. Explica o objetivo de se ter utilizado uma placa para empurrar os estratos depositados.

5. Explica a razão de se ter inclinado o aquário.

6. Justifica a utilização da pá para remover parcialmente algumas camadas.

Protocollo laboratorial:

- 1) Ordem de construção: retira de um saco a ordem pela qual irás construir o teu modelo. Escreve a sequência sorteada no espaço seguinte: _____

- ## 2) Construção da coluna estratigráfica

Descrição das tarefas sorteadas - letras associadas a camadas:

- Adicionar uma camada de areia fina.
- Adicionar uma camada de areia grossa.
- Adicionar uma camada de terra.
- Adicionar uma camada de serrilha.
- Adicionar uma camada de areia fina com fósseis.
- Adicionar uma camada de areia grossa com fósseis.
- Adicionar uma camada de terra com fósseis.

Compactação: Pressionar levemente cada uma das camadas antes da sobreposição da camada seguinte.

Simulação de Eventos Geológicos:

- h. Empurrar a placa de metal.
- i. Incinar o recipiente utilizando um calço numa das extremidades do aquário.
- j. Utilizar uma pá para remover parcialmente algumas camadas.
- k. Simular uma intrusão marmítica:
 - i. Colocar num góbelê cera até atingir 1 cm de altura.
 - ii. Adicionar a areia até atingir 1 cm de altura.
 - iii. Adicionar água fria até preencher ½ do góbelê. A areia deve ficar distribuída numa camada uniforme no fundo do góbelê.
 - iv. Colocar o góbelê sobre a fonte de calor.
 - v. Desenhos no aquário à intrusão marmítica.

Parte II

Resultados:

1. Regista as modificações observadas através de um esquema devidamente legendado.

7. Descreve os acontecimentos geológicos, que terão decorrido ao longo do tempo, na simulação do modelo do grupo da turma que te foi sorteado.

[illegible]

Apêndice 7 - Guião de exploração do estudo de caso



A Serra de Valongo, situada no norte de Portugal, apresenta uma das mais ricas sucessões estratigráficas do Paleozoico em território nacional. O seu registo sedimentar revela importantes fases da história geológica, tornando-a uma região de elevado interesse científico e educativo.

A serra de Valongo, figura 1, faz parte do anticlinal de Valongo que se estende até Árouca.



Figura 1- mapa do anticlinal de Valongo

A história geológica deste local começou no início do Câmbrio, numa bacia de sedimentação de mar profundo, caracterizada por uma estrutura sedimentar do tipo flysch (Figura 2A). Esta bacia deu origem à estrutura conhecida por Complexo Xisto-grauvâquico (Figura 2B) que se pode encontrar ao longo de grande parte da Península Ibérica. Posteriormente, as tensões tectónicas dobraram o maciço já consolidado. Este dobramento originou uma discordância angular entre este estrato e o do Ordovício inferior. Durante todo o Ordovício decorreram várias transgressões e regressões marinhas evidenciadas pelas sequências de estratos de conglomerado do Ordovício inferior e pela intercalação de quartzitos com fósseis de *crúziana* e de xistos que contêm trilóbitos (Figura 2C). Os quartzitos, rochas que provêm da deformação de arenitos, têm uma granulometria entre 2 a 1/16 mm, superior à necessária para a fossilização dos organismos. Os xistos, provenientes da deformação de argilitos, com granulometria inferior a 1/256 mm, apresentam a granulometria ideal para a fossilização das famosas trilóbitos de Valongo.

Durante o Silúrio, Valongo estava num mar pouco profundo durante uma glaciação. Os glaciares, tal como acontece atualmente, terão arrancado rochas durante o seu percurso. Aqueles, ao atingir o mar, derreteram e as rochas transportadas depositaram-se, originando dropstones (Figura 2D). A consolidação das dropstones com outros sedimentos dá origem a tilitos.

Durante o Devónico, Valongo encontrava-se ainda submerso tendo ocorrido a acumulação de sedimentos finos em ambientes marinhos relativamente calmos, o que contribuiu para a formação de xistos e arenitos. Apesar da escassez de fósseis, algumas camadas apresentam restos de fauna marinha como braquiópodes (Figura 2E) e trilóbitos.

Posteriormente decorreu uma fase tectónica de grande importância. As rochas, inicialmente depositadas em camadas horizontais, foram comprimidas e dobradas, criando estruturas como dobras e falhas (Figura 2F) que hoje se observam na paisagem. O resultado desta deformação foi a estruturação do anticlinal de Valongo, responsável pela forma atual da serra.

Durante o Carbonífero, a região de Valongo passou por transformações ambientais significativas. O clima tornou-se mais quente e húmido, e a zona deixou de estar submersa, dando lugar a ambientes



continentais com pântanos e florestas. Nesses ambientes, ocorreu a deposição de materiais orgânicos e de sedimentos finos, originando formações de xistos com matéria vegetal fossilizada (Figura 2G). O registo sedimentar desta época marca o fim da atividade sedimentar intensa e antecede as longas fases de erosão que modelaram a região até à atualidade.



Acesso às figuras 2A a 2H



1. Indique, justificando, o princípio da estratigrafia que se pode aplicar na observação dos tilitos.

2. Explique por que razão a observação das estruturas geológicas da localidade X (Figura 2H) não está de acordo com os princípios da horizontalidade inicial e da sobreposição dos estratos.

3. Com base nos dados do texto, refira porque se pode deduzir que a Serra de Valongo esteve submersa durante grande parte do Paleozoico.

4. Os vestígios de organismos são muito raros em rochas como os quartzitos. Explique a baixa probabilidade de encontrar fósseis em quartzitos, tendo em conta o seu protólito (rocha original que sofreu transformação).



5. A Serra de Valongo é uma zona com elevado interesse geológico, mas também é alvo de atividades económicas como o turismo.

Com base no estudo desenvolvido sobre a serra de Valongo, avalie a necessidade da criação de um geoparque nesta região.

Apêndice 8 – Plano da aula 1

Escola:		Turma 11.ºC	Plano de aula n.º 163
Data: 27/03/2025 Hora: 11.45-13.15h Duração: 45 min Sala: C16	Docente: Ana Coutinho	Sumário: Realização de um teste diagnóstico Tema organizador: Sedimentação e rochas sedimentares – Descobrir a História da Terra	
Aprendizagens essenciais	Aplicar princípios: horizontalidade, sobreposição, continuidade lateral, identidade paleontológica, interseção e inclusão.		
Aprendizagens Essenciais Transversais	Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico		
Questão orientadora	Como podemos interpretar a história da Terra através das camadas de rochas?		
Metodologia	Ensino orientado para a aprendizagem por investigação		
Estratégias	Ficha diagnóstica		
Finalidade	Utilizar o teste diagnóstico para avaliar conhecimentos prévios e detetar lacunas e dificuldades na temática da estratigrafia.		
Descrição da aula/Recursos didáticos	- Esta aula será dedicada à realização do pré-teste. No início da aula, será distribuído um teste individual com o objetivo de permitir à Professora-Investigadora perceber as dificuldades e conceções alternativas que os alunos apresentam. - Horário previsto para a realização das atividades: - 12h30min - Realização do pré-teste		
Material necessário e recursos educativos	Ficha diagnóstica; caneta, lápis.		
Objetivos e recursos avaliativos	Processo de recolha de informação Técnica - Instrumento Análise documental– Respostas dadas na ficha diagnóstica		

Apêndice 9 – Plano da aula 2

Escola:	Turma 11.ªC		Plano de aula n.º 164/165/166
Data: 28/03/2025 Hora: 8.15-10.45h e 10.45-13.15h Duração: 135 min Sala: D05	Docente: Ana Coutinho	Sumário: Construção de um modelo estratigráfico Tema organizador: Sedimentação e rochas sedimentares – Descobrir a História da Terra	
Aprendizagens essenciais	Aplicar princípios: horizontalidade, sobreposição, continuidade lateral, identidade paleontológica, interseção e inclusão.		
Aprendizagens Essenciais Transversais	Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico.		
Perfil dos alunos	A – Linguagens e textos C – Raciocínio e resolução de problemas D – Pensamento crítico e pensamento criativo E – Relacionamento interpessoal I – Saber científico, técnico e tecnológico		
Questão orientadora	Que evidências existentes nas rochas permitem reconstituir a História da Terra?		
Sub-questão orientadora	De que forma a disposição das camadas num modelo pode representar os processos geológicos que ocorreram ao longo do tempo?		
Metodologia	Ensino orientado para a aprendizagem por investigação.		
Estratégias	Realização de um trabalho prático com recurso a um modelo. Esta aula tem como objetivo que os alunos construam os seus conhecimentos em relação aos princípios estratigráficos.		
Finalidade	Utilizar o modelo para desenvolver competências de interpretação e relacionar conteúdos programáticos com o modelo prático.		
Termos e conceitos	Camadas estratigráficas, Estratigrafia, Princípio da continuidade lateral, Princípio da horizontalidade original, Princípio da identidade paleontológica, Princípio da Inclusão, Princípio da interseção, Princípio da sobreposição dos estratos		
Descrição da aula/Recursos didáticos	- No início da aula, os alunos serão distribuídos em 4 grupos de 3-4 alunos. Cada grupo irá receber um guião de exploração do modelo. - No momento seguinte serão dadas instruções aos alunos com o objetivo da atividade e procedimento. - Durante a atividade as professoras cooperante e estagiárias irão percorrer todos os grupos para responder a possíveis dúvidas, garantir que os alunos estão a construir o modelo de acordo com o guião de exploração. Durante a atividade os alunos irão registar as alterações no modelo e responder às questões presentes no guião. No final da atividade serão recolhidos os guiões de cada grupo para análise das respostas. - Horário previsto para a realização das atividades: 8h15min – Registo do sumário 8h20min – Distribuição dos materiais para os modelos 8h25min – Desenvolvimento do modelo 10h00min – Resposta às questões da ficha de trabalho do guião 10h40min – Recolha dos guiões		
Material necessário e recursos educativos	- Sala de aula: Quadro/marcador, aquários; terra, areia, serrim, cera, calços, placa de aquecimento, placas de metal, plasticina, pá, água; - Aluno: caneta e guião do aluno; - Apresentação PowerPoint.		
Objetivos e recursos avaliativos	Objetivos de aprendizagem - Os alunos devem: - Identificar os princípios fundamentais da estratigrafia; - Interpretar sequências estratigráficas com base nos princípios da sobreposição, continuidade lateral, identidade paleontológica e horizontalidade original. Processo de recolha de informação Técnica - Instrumento - Análise documental – Respostas ao guião de exploração do modelo - Observação participante – Grelha de observação		

Apêndice 10 – Plano da aula 3

Escola:	Turma 11.ºC		Plano de aula n.º 202/203
Data: 23/05/2025 Hora: 8.15-9.45h e 10.45-12.30h Duração: 90 min Sala: D05	Docente: Ana Coutinho	Sumário: Estudo de um caso sobre a estratigrafia Tema organizador: Sedimentação e rochas sedimentares – Descobrir a História da Terra	
Aprendizagens essenciais	Aplicar princípios: horizontalidade, sobreposição, continuidade lateral, identidade paleontológica, interseção e inclusão.		
Aprendizagens Essenciais Transversais	Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico.		
Perfil dos alunos	A – Linguagens e textos C – Raciocínio e resolução de problemas D – Pensamento crítico e pensamento criativo I – Saber científico, técnico e tecnológico		
Questão orientadora	Que evidências existentes nas rochas permitem reconstituir a História da Terra?		
Sub-questão orientadora	Como a análise de uma sucessão estratigráfica pode revelar os eventos geológicos que ocorreram numa determinada região?		
Metodologia	Ensino orientado para a aprendizagem por investigação.		
Estratégias	Estudo de um caso sobre a estratigrafia da anticlinal de Valongo.		
Finalidade	Utilizar o estudo de um caso para consolidar a aplicação dos princípios estratigráficos.		
Termos e conceitos	Camadas estratigráficas, Datação relativa, Princípios da continuidade lateral, Princípios estratigráficos, Princípios da horizontalidade original, Princípios da identidade paleontológica, Princípios da inclusão, Princípios da interseção, Princípios da sobreposição.		
Descrição da aula/Recursos didáticos	- No início da aula, será apresentado os princípios estratigráficos para a turma. - Num segundo momento da aula será entregue um caso estratigráfico sobre o anticlinal de Valongo (Apêndice 1). - Durante este tempo os alunos deverão ler o caso e seguir os procedimentos do caso. - Horário previsto para a realização das atividades: 15h15min - Registo do sumário 15h20 - Explicação dos princípios estratigráficos 16h00min - Apresentação do caso 16h05min - Realização do caso		
Material necessário e recursos educativos	- Sala de aula: Quadro/marcador, projetor, ficha de trabalho do estudo de caso, apresentação de PowerPoint. - Alunos: Caneta, caderno, guião do estudo de caso.		
Objetivos e recursos avaliativos	Objetivos de aprendizagem - Os alunos devem: - Aplicar os princípios estratigráficos à análise de um estudo de caso. - Interpretar sequências estratigráficas e justificar suas inferências. Processo de recolha de informação Técnica – Instrumento - Análise documental – Respostas à ficha de trabalho do estudo de caso. - Observação participante : Participação dos alunos, aplicação dos conceitos e argumentação científica.		

Apêndice 11 – PowerPoint da sequência didática

Domínio 1
Sedimentação e rochas sedimentares

Unidade 2
Descobrir a História da Terra

2.4 Princípios de estratigrafia



1

O que é a estratigrafia?

A **estratigrafia** é o ramo da Geologia que se dedica ao estudo das rochas sedimentares, assim como a sua relação espacial e temporal.

Baseia-se nos princípios de:

1. Sobreposição
2. Horizontalidade inicial
3. Continuidade lateral
4. Identidade paleontológica
5. Interseção
6. Inclusão



Um visor, anfitrião no parque Paria Canyon, Utah (EUA). Área com mais de 1 18 mil ha cheia de penhascos e cânions. Só é permitido o acesso a 20 pessoas, sendo desatendidas por um guia quatro meses antes da visita. Os sedimentos originais depositaram-se durante o Jurássico, num ambiente eólico.

2

Princípio da sobreposição

Numa sequência de estratos não deformados, as rochas são progressivamente mais recentes da base para o topo.

+ recente
↑
+ antiga



Monte de Mts. Atlas, Marrocos

3

Princípio da horizontalidade inicial

Quando os detritos se depositam em ambiente aquático, sob a ação da gravidade, constituem camadas, ou estratos, essencialmente horizontais.

Se uma sequência de estratos está deformada, essa deformação ocorreu após a diagénese desses sedimentos.

original atual



4

Princípio da continuidade lateral

Sedimentos depositados simultaneamente numa mesma bacia estendem-se lateralmente em todas as direções dessa bacia.

- Toda a camada tem a mesma idade, independentemente das variações laterais que possa apresentar.



5

Princípio da identidade paleontológica

Estratos com o mesmo conteúdo fóssilífero, têm a mesma idade.



6

Princípio da interseção

Qualquer estrutura que atravessa outra é mais recente do que aquela que é intersectada.



7

Princípio da inclusão

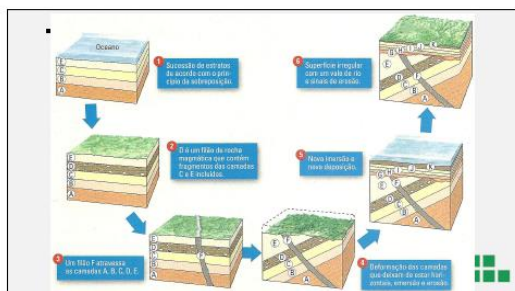
Fragmentos rochosos incluídos numa rocha são os mais antigos do que a rocha que os contém.



Parque nacional da Peneda-Gerês



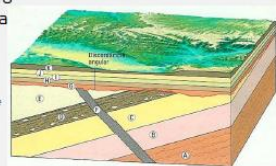
8



9

Qual o significado do termo "discordância angular"?

Superfície de separação entre uma sequência de rochas mais antigas, que foi deformada e erodida, e uma sequência mais recente que se depositou posteriormente sobre essa superfície já erodida. Na discordância angular verifica-se falta de paralelismo entre diferentes séries estratigráficas.



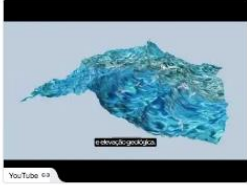
10

Apêndice 12 – Recursos disponíveis no Padlet

Gestor de ficheiros
Um local para guardar, organizar e partilhar os seus ficheiros...

Figura 2A - Flysch

Este vídeo tem o intuito de explicar o que é um flysch e como se forma



Flysch

Flysch de Zumaia - intercalação de turbiditos (rochas claras) com xistos (rocha escura)



Figura 2B - Pré-Câmbrico a Câmbrio inferior

Contacto entre o conglomerado e o quartzito



Explicação da existência de trilobites e cruzianas em Valongo



No Rasto das Trilobites

Xisto datado do Ordovício

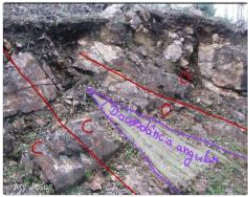


Complexo xisto-grauváquico



Figura 2C - Ordovício

Descontinuidade evidente entre o Câmbrio e o Ordovício



Conglomerados



Trilobites preservadas em Xistos



Quartzitos do Ordovício



Cruzianas de Valongo preservadas em quartzito

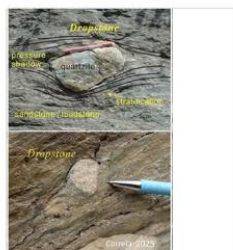


69 Dobra anticlinal



Figura 2D - Silúrico

69 Dropstones observada em Tílios



69 Dropstones de Valongo



69 Dropstones encontrados no Ordovício superior/Silúrico inferior



Figura 2E - Devónico

69 Braquiópodes em xisto do Devónico



Figura 2F - Descontinuidade Silúrico - Carbonífero

69 Cavilamento (falha Inversa) do Silúrico sobre o Carbonífero



Figura 2G - Carbonífero

69 Espelho de falha



69 Fósseis fossilizados



69 Brecha de base do Carbonífero



69 Coluna estratigráfica do anticlinal de Valongo
C - Cambriano
O - Ordoviciano
S - Silúrico
D - Devónico
H - Carbonífero



69 Coluna estratigráfica do local X
C - Cambriano
O - Ordoviciano
S - Silúrico
D - Devónico
H - Carbonífero



69 A localidade X encontra-se assinalada a vermelho



Figura 2H - Documentos extra

Apêndice 13 – Plano da aula 4

Escola:		Turma 11.ºC	Plano de aula n.º 204
Data: 27/05/2025 Hora: 15.15-16.00h Duração: 90 min Sala: E14		Docente: Ana Coutinho	Sumário: Realização de um teste. Tema organizador: Terra em transformação
Aprendizagens essenciais	Aplicar princípios: horizontalidade, sobreposição, continuidade lateral, identidade paleontológica, interseção e inclusão.		
Aprendizagens Essenciais Transversais	Explorar acontecimentos, atuais ou históricos, que documentem a natureza do conhecimento científico		
Questão orientadora	Como podemos interpretar a história da Terra através das camadas de rochas?		
Metodologia	Ensino orientado para a aprendizagem por investigação		
Estratégias	Ficha diagnóstica		
Finalidade	Utilizar o teste diagnóstico para avaliar conhecimentos prévios e detetar lacunas e dificuldades na temática da estratigrafia.		
Descrição da aula/Recursos didáticos	- Esta aula será dedicada à realização do pós-teste. No início da aula, será distribuído um teste individual com o objetivo de permitir à Professora-Investigadora perceber as dificuldades e conceções alternativas que os alunos apresentam. - Horário previsto para a realização das atividades: - 15h15min - Realização do pós-teste		
Material necessário e recursos educativos	Ficha diagnóstica; caneta, lápis.		
Objetivos e recursos avaliativos	Processo de recolha de informação Técnica - Instrumento Análise documental- Respostas dadas na ficha diagnóstica		

Apêndice 14 – Grelha de observação

REPÚBLICA PORTUGUESA Educação		Grelha de observação				11.º ano	março 2025
		Linguagem e texto	Raciocínio e resolução de problemas	Pensamento crítico e pensamento criativo	Relacionamento interpessoal	Saber científico, técnico e tecnológico	
		Expressa ideias com rigor e utiliza corretamente a terminologia científica	Resolve tarefas com lógica e explica o processo de pensamento	Questiona, analisa criticamente e propõe melhorias	Participa ativamente, ouve os colegas e coopera nas tarefas	Relaciona o trabalho prático com os conceitos geológicos abordados	
2							
3							
4							
5							
6							
7							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							

Apêndice 15 – Descrição do projeto

Síntese do Projeto / Resume (1500 caracteres):	A investigação insere-se no contexto de IPP-PES (Iniciação à Prática Profissional, incluindo a Prática de Ensino Supervisionada) do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º ciclo do Ensino Básico e Ensino Secundário da FCUP. A orientação deste relatório estará a cargo dos orientadores Científicos Professora Doutora Cecília Vieira Guerra. Esta investigação, a decorrer em contexto educativo numa escola no norte do país, tem como objetivo avaliar a eficácia da IP (intervenção pedagógica) no desenvolvimento de competências e conhecimentos, com base em metodologia de ensino orientado para a aprendizagem por investigação na estratigrafia. Os instrumentos de recolha de dados a serem aplicados no 11.º ano de escolaridade de Biologia e Geologia na temática de Sedimentação e Rochas sedimentares serão: testes, rubricas de avaliação e outros produtos de aprendizagens realizados pelos alunos. Garante-se a confidencialidade no tratamento dos dados para fora da equipa de investigação, o anonimato, exceto em recursos educativos, que serão usados para avaliação e como tal necessitam de ser identificados. Alguns instrumentos de avaliação, como o teste, são recursos educativos, e por isso, de caráter obrigatório, tal como a participação na aula. Porém, a participação no estudo é sempre voluntária, não sendo nenhum aluno prejudicado ou beneficiado pela participação no estudo. Serão recolhidos os consentimentos informados dos encarregados de educação e os assentimentos informados dos alunos. Pede deferimento.
---	--

Apêndice 16 – Consentimento e assentimento informados

Declaração de Consentimento Informado da investigação: <i>Investigação-ação de no 11.º ano de escolaridade: ensino orientado para a ação em estratigrafia (título provisório)</i> do investigador principal: Ana Catarina Magalhães Coutinho ador Científicos: Cecília Guerra cto do investigador principal: up201703940@up.pt Eu, _____, encarregado de educação abaixo assinado, declaro que: 1. Autorizo a participação do meu educando _____ no projeto acima referido. 2. Compreendi as informações contidas neste documento, bem como as eventuais informações verbais que me foram transmitidas pelo investigador acima referido, sobre o projeto supracitado. 3. Compreendi que a participação do meu educando no projeto mencionado incluirá a recolha documental (testes de avaliação, grelhas de avaliação e outros produtos de aprendizagens realizados pelos alunos), conduzido pelo investigador principal. 4. Compreendi que a participação do meu educando é voluntária e que este poderá desistir a qualquer momento da sua participação neste projeto, sem indicar o motivo. 5. Percebi que os dados recolhidos serão tratados pelos investigadores, sendo garantido o anonimato para o exterior. 6. Entendi que os investigadores irão armazenar todas as informações e dados recolhidos de forma segura e confidencial, respeitando o Regulamento Geral de Proteção de Dados, e que os dados serão utilizados exclusivamente para fins do projeto em causa. O encarregado de educação: _____ Data: __/__/__ O investigador principal: _____ Data: __/__/__	Declaração de Assentimento Informado da investigação: <i>Investigação-ação de no 11.º ano de escolaridade: ensino orientado para a ação em estratigrafia (título provisório)</i> do investigador principal: Ana Catarina Magalhães Coutinho ador Científicos: Cecília Guerra cto do investigador principal: up201703940@up.pt Eu, _____ abaixo-assinado, aceito participar neste projeto, sabendo que é garantido o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados assim como a proteção e segurança dos dados dos intervenientes. Compreendo que a minha participação é voluntária e anónima. Sei que posso desistir a qualquer momento da participação neste projeto, sem indicar o motivo. O aluno: _____ Data: __/__/__ O investigador principal: _____ Data: __/__/__
---	--

Anexos

Anexo 1 – Alunos com medidas segundo o relatório de final do período a Biologia e Geologia

R) Alunos com medidas do DL 54 avaliadas como pouco eficazes: 3

19537 - [REDACTED], (Biologia e Geologia)

26303 - [REDACTED], (Biologia e Geologia)

Anexo 2 – Parecer da Comissão de ética



Parecer

Ref.: Proc. CE2025/p193

Relativamente ao pedido de parecer requerido por Ana Catarina Magalhães Coutinho no âmbito do projeto intitulado "Investigação-ação no 11.º ano de escolaridade: ensino orientado para a investigação em estratigrafia", a Comissão de Ética nada tem a opor à realização desse projeto, uma vez que estão garantidos o anonimato para o exterior, a confidencialidade no tratamento dos dados recolhidos, o consentimento informado dos encarregados de educação/tutores responsáveis pelos alunos menores de idade bem como o assentimento informado desses mesmos alunos participantes no projeto.

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, 17 de fevereiro de 2025

O Presidente da Comissão de Ética