



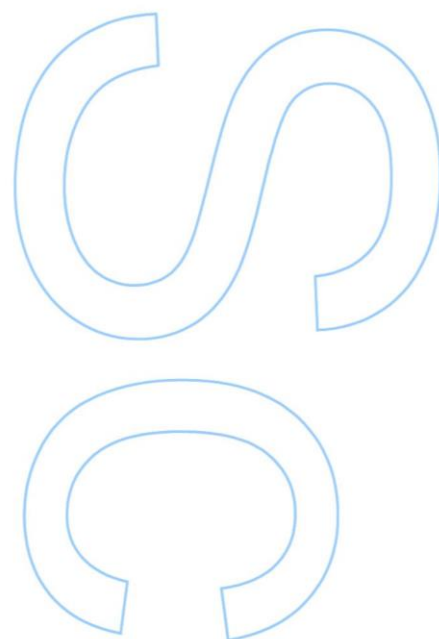
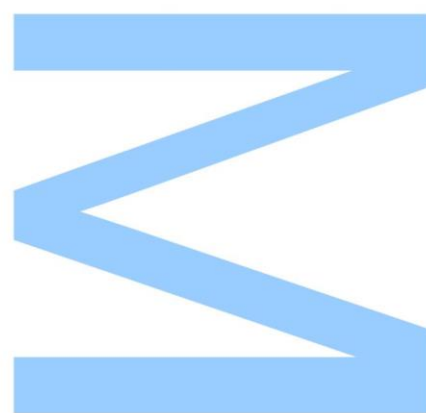
À procura de fósseis em Portugal: Promoção da aprendizagem significativa em alunos do 7º ano de Ciências Naturais

Beatriz Vieira

Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário
Unidade de Ensino das Ciências
2021

Orientadores

Clara Maria da Silva de Vasconcelos, Professora Associada com Agregação,
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto
Luís Filipe de Sá Cesariny Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências
da Universidade do Porto





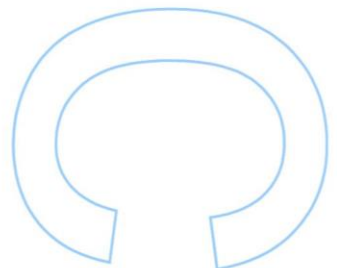
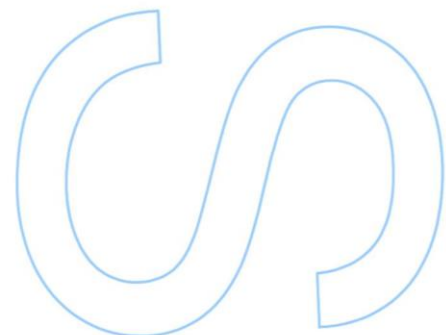
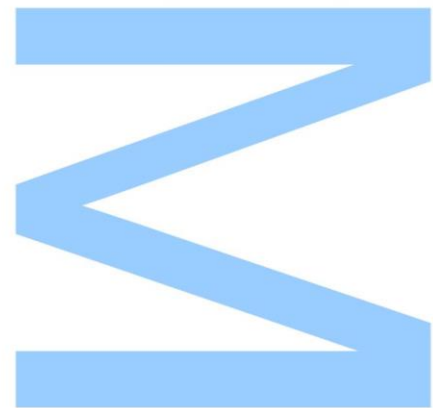
Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Assinado por : **SARA CRISTINA FERREIRA MARQUES ANTUNES**

Num. de Identificação: BI105115142

Data: 2021.11.15 18:21:34+00'00'



Agradecimentos

Este Relatório de Estágio é dedicado a todos os que me acompanharam durante esta minha jornada e que, de alguma forma, apoiaram o meu trabalho. Inevitavelmente, esquecer-me-ei de alguém, por isso, obrigada professores, colegas, amigos e família.

Agradeço aos orientadores científicos, Professora Doutora Clara Vasconcelos e Professor Doutor Luís Calafate, pela disponibilidade, orientação, apoio, aprendizagem e por me darem ferramentas para tornar este caminho possível.

Um especial agradecimento à minha professora cooperante. Obrigada por ter aberto a porta da sua sala de aula e deixar-me crescer dentro dela. Foi um ano memorável e estou muito grata por tudo o que me ensinou.

Aos meus colegas e amigos de faculdade, os de licenciatura e de mestrado, pela troca de ideias, desabafos e momentos bem passados. Aos camelitos, pelas conversas aleatórias que deixam sempre uma pessoa bem-disposta. Às #SemFiltro, porque é isto que nos define e lembrem-se sempre que nunca estamos sozinhas! Sem dúvida, o melhor que o mestrado me trouxe. À melhor família que a faculdade/tuna me deu. Obrigada madrinha, manas e avô por todo o apoio.

À minha colega de estágio, por todos os momentos que passamos durante este ano letivo e por toda a ajuda para que fosse possível escrever este documento. Pela partilha, experiências e troca de ideias. Pelos nossos momentos de terapia à terça-feira e pela paciência, sei que às vezes também não sou fácil de lidar!

À Joana e à Cátia que não são amigas, mas sim as irmãs que eu escolhi ter. Obrigada pelo apoio, por me tirarem de casa, pelas conversas longas e pelos conselhos. Sem vocês não seria a mesma coisa.

Ao João, por não me deixar desistir quando as coisas não corriam como eu queria, porque ele sabe o quanto sou exigente comigo mesma. Obrigada por me dares a mão, empurrar-me para a frente e não me deixares olhar para trás.

À minha família mais próxima, avós, madrinha, padrinho, tios e primos, por me apoiarem incondicionalmente. Desculpa pai, por não ter sido médica, mas agora está feito! Obrigada a ti e à mãe por me darem esta oportunidade e por me apoiarem em tudo sem questionar os meus motivos. E, para último, mas nem por sombras menos importante, obrigada por estares sempre lá, Ni. Andamos sempre pegadas, mas só nós sabemos o quanto gostamos uma da outra.

Resumo

Atualmente, vivemos numa sociedade sedenta de informação, mas com pouco cuidado relativamente à sua origem, o que propicia o fenómeno de desinformação. Esta falta de cuidado pode ter como consequência a construção de conhecimento baseado em teorias e hipóteses que caíram em desuso ou em noções pouco corretas, ou mesmo erradas, as quais se denominam por concepções alternativas ou erróneas. A literacia científica e o desenvolvimento de competências, como o pensamento crítico, afiguram-se como ferramentas fundamentais para o desenvolvimento de todos, em especial dos alunos, tendo a escola um papel fundamental nesse processo.

Com um ensino orientado para a mudança conceptual baseada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel pretende-se que os alunos construam o seu conhecimento assente em informação prévia e que trabalhem a capacidade de reorganizar as suas redes conceptuais, sempre que necessário. Tendo em conta a potencialidade desta metodologia de ensino no processo de aprendizagem significativa e na erradicação de concepções alternativas, e o facto dos discentes possuírem um enorme fascínio pelos fósseis, desenvolveu-se a presente investigação. A problemática em questão prendeu-se com a avaliação do impacto da utilização do ensino orientado para a mudança conceptual baseada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e construção de aprendizagens significativas acerca da temática dos Fósseis no domínio cognitivo de alunos do 7º ano de escolaridade de Ciências Naturais.

Optou-se por uma metodologia de Investigação-Ação, num método qualitativo, onde os dados foram recolhidos através de observação, análise de registos e testagem. A amostra de conveniência é constituída por alunos de três turmas do 7º ano de escolaridade de uma escola secundária da cidade do Porto.

Os resultados mostraram-se indicadores do impacto positivo da aplicação desta metodologia de ensino na referida temática de Ciências Naturais, estimulando o raciocínio científico, e contribuindo para a construção de conhecimentos. É notável, também, o desenvolvimento de competências diversificadas por parte dos discentes.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa, Concepções alternativas, Fósseis de Portugal, Fossilização, Investigação-Ação, Mapa de conceitos, Mudança conceptual.

Abstract

Nowadays, we live in a society thirsty of information, but is careless regarding its origin, which is the cause of a phenomenon known as disinformation. This disregard may result in the construction of knowledge based on theories and hypotheses that have fallen into disuse or on inaccurate, or even wrong notions, the so-called misconceptions. Scientific literacy and the development of skills, such as critical thinking appear as fundamental tools for fighting this phenomenon. With students, in particular, the school plays a vital role in this process.

Conceptual change-oriented teaching based on the theory of meaningful learning by David Ausubel aims for students to base their knowledge on prior information and, whenever necessary, work on their ability to reorganize their conceptual networks. Considering the potential of this teaching methodology in the process of meaningful learning, in the eradication of misconceptions and the fact that students have a huge fascination for fossils, the present investigation was developed. This investigation involved the assessment of the impact of the conceptual change-oriented teaching based on the theory of meaningful learning by David Ausubel and the construction of learning about the fossils in the cognitive domain of students in the 7th grade of Natural Sciences.

For this, the Action Research methodology was chosen and the qualitative method, where data was collected through observation, record analysis and testing. The convenience sample comprises students of three classes from 7th grade of a secondary school in the city of Porto.

The results proved to be indicators of the positive impact of the application of this teaching methodology in the aforementioned subject of Natural Sciences, stimulating scientific thinking and contributing towards knowledge building. The development of diversified abilities on the part of the students is also remarkable.

Keywords: Action Research, Conceptual change, Conceptual map, Fossilization, Meaningful learning, Misconceptions, Portuguese fossils.

Índice

Agradecimentos	V
Resumo	VII
Abstract	VIII
Índice	IX
Índice de figuras	XII
Índice de tabelas	XV
Lista de abreviaturas	XVI
Capítulo 1. Introdução	1
1.1 Contextualização da investigação	4
1.2 Problema e objetivos de investigação	5
1.3 Organização do Relatório de Estágio	6
Capítulo 2. Enquadramento teórico	9
2.1 Enquadramento científico	9
2.1.1 Introdução	9
2.1.2 Definição de fóssil	10
2.1.3 Processos de fossilização	11
2.1.4 Fósseis de Portugal	15
Dinossauros	15
Trilobites	16
Plantas	18
2.1.5 Aplicações da Paleontologia	18
2.2 Enquadramento educacional	19

2.2.1 Metodologia de ensino	20
2.2.2 Conceções alternativas e a importância do diagnóstico	21
Capítulo 3. Metodologia de investigação	25
3.1 Classificação da investigação	25
3.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados	26
3.2.1 Grelha de observação	27
3.2.2 Teste cognitivo	29
3.2.3 Mapa de conceitos	30
3.3 Validade e fidelidade dos instrumentos	32
3.4 Caracterização da amostra	32
Capítulo 4. Programa de Intervenção	35
4.1 Planificação e recursos educativos	35
4.2 Aplicação do Programa de Intervenção	36
Capítulo 5. Resultados e discussão	39
5.1 Resultados	39
5.1.1 Grelha de observação	39
5.1.2 Teste de diagnóstico	42
5.1.3 Mapa de conceitos	50
5.1.4 Teste cognitivo de verificação de aprendizagens	54
5.2 Discussão	60
Capítulo 6. Conclusões	63
6.1 Conclusões gerais	63
6.2 Limitações e sugestões para futuras intervenções	64
6.3 Contributos para o desenvolvimento profissional	65

Referências	66
Apêndices	75
Apêndice 1. Grelhas de observação	75
Apêndice 2. Teste diagnóstico	77
Apêndice 3. Teste de verificação de aprendizagens	81
Apêndice 4. Mapa de conceitos	83
Apêndice 5. Planificação da aula 1 e 2	84
Apêndice 6. Apresentação multimédia da aula 1	86
Apêndice 7. Apresentação multimédia da aula 2	92
Apêndice 8. Melhorias para o próximo ciclo de IA	102

Índice de figuras

Figura 1 – Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável inerentes ao estudo.	3
Figura 2 – Exemplos de microfósseis com a respetiva escala, em micrómetros, e a identificação dos mais relevantes para apresentar ao 7º ano de Ciências Naturais (adaptado de Quinn, 2008, p.276).	11
Figura 3 – Ilustração do processo de fossilização de um esqueleto de dinossauro por mineralização e posterior ação dos agentes de geodinâmica.	12
Figura 4 – Representação, em barro, de um molde externo (A) e molde interno (B) de uma concha e de uma impressão (C) de uma folha de <i>Ginkgo biloba</i> .	14
Figura 5 – Tamanho comparativo entre um exemplar de <i>L. antunesi</i> , um homem adulto e uma barra de 2m (Mateus, 2014, p.59).	15
Figura 6 – Tamanho comparativo entre um exemplar de <i>D. lourinhanensis</i> , um homem adulto e uma barra de 2m (Mateus, 2014, p.55).	16
Figura 7 – Exemplar de fóssil de trilobite do género <i>Neseuretus</i> da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em posição de defesa.	17
Figura 8 – Exemplar de uma folha de <i>Ginkgo biloba</i> onde é possível distinguir a sua forma em leque e a fenda que a divide em dois lobos.	18
Figura 9 – Representação esquemática de dois ciclos de uma Investigação-Ação (adaptado de Hudson et al., 2006, p.581).	24
Figura 10 – Concha utilizada como exemplo e respetivos molde interno (imagem superior) e molde externo (imagem inferior).	35
Figura 11 – Alunos a preencher o mapa de conceitos em sala de aula.	35
Figura 12 – Resultados da observação do parâmetro presença em cada uma das aulas do PI.	38
Figura 13 – Resultados da observação do parâmetro motivação em cada uma das aulas do PI.	38
Figura 14 – Resultados da observação do parâmetro participação em cada uma das aulas do PI.	39
Figura 15 – Resultados da observação do parâmetro resposta em cada uma das aulas do PI.	39

Figura 16 – Resultados da observação do parâmetro trabalho de casa na aula após a aplicação do PI.	40
Figura 17 – Desempenho dos alunos no teste diagnóstico antes da aplicação do PI.	41
Figura 18 – Exemplo de uma resposta correta, para este nível etário de um elemento da amostra à Q1.	41
Figura 19 – Exemplo de uma resposta de um aluno à Q1 que menciona os dinossauros.	42
Figura 20 – Exemplos da evolução da construção da resposta à Q2, do mais simples (A) para o mais complexo (C), por três discentes.	42
Figura 21 – Referência à pré-história como sendo o marco temporal de onde provêm os fósseis na resposta à Q2 de um aluno.	43
Figura 22 – Escolha de um aluno de duas das três categorias dos fósseis contidos no museu para dar resposta à Q3.	43
Figura 23 – Menção de apenas uma das três categorias dos fósseis contidos no museu para dar resposta à Q3 por um aluno.	43
Figura 24 – Esclarecimento de nomenclatura para potenciar a literacia científica na resposta de um aluno à Q3.	44
Figura 25 – Exemplo de uma resposta correta de um discente à Q7.	44
Figura 26 – Resposta de alunos à Q7 onde ocorre troca da letra D pela letra B (A) e da letra A pela D (B).	45
Figura 27 – Exemplo de uma resposta correta de um aluno à Q8.	45
Figura 28 – Incorreta classificação da primeira afirmação por um aluno na Q8.	46
Figura 29 – Exemplo de alunos com correta correspondência dos conceitos à respetiva afirmação (A) e troca mais frequente (B) na Q9.	46
Figura 30 – Exemplo de um aluno com correta linha de pensamento sem relacionar com a afirmação em causa na Q11.	47
Figura 31 – Dois exemplos de alunos cuja resposta cumpre os três tópicos da Q11.	47
Figura 32 – Divisão do mapa de conceitos em zonas para melhor análise do mesmo.	48

Figura 33 – Zona A do mapa corretamente preenchida por um aluno e com cuidado ao nível da nomenclatura.	49
Figura 34 – Preenchimento, por dois alunos, da zona B com exemplos de instrumentos (A) e conforme o esperado (B).	50
Figura 35 – Exemplo do correto preenchimento da secção C do mapa de conceitos por um aluno.	50
Figura 36 – Exemplo de dois alunos com situações igualmente corretas relativamente ao preenchimento da secção D de acordo com o previsto (A) e uma alternativa (B).	51
Figura 37 – Preenchimento, por um aluno, da secção E de acordo com os critérios de correção.	52
Figura 38 – Desempenho dos alunos no teste de verificação de aprendizagens (a azul) em comparação com a totalidade do teste de avaliação (a laranja).	53
Figura 39 – Resposta de um aluno com a identificação correta do primeiro tópico, mas incorreta do segundo à Q1.	53
Figura 40 – Exemplo de resposta de um aluno à Q1 que cumpre os dois tópicos sugeridos e ainda justifica a escolha dos conceitos.	54
Figura 41 – Exemplo de resposta de alunos à Q2 de acordo com os critérios de correção (A) e com uma parte da resposta correta (B).	54
Figura 42 – Exemplo de resposta de alunos à Q3 de acordo com os critérios de correção (A) e com uma parte da resposta correta (B).	54
Figura 43 – Exemplo de resposta de um aluno à Q4 de acordo com os critérios de correção.	55
Figura 44 – Exemplo de resposta de alunos à Q5 de acordo com os critérios de correção (A), completando os critérios com o modo de conservação (B) e com o conceito de fóssil vivo, mesmo que incorreto no contexto onde a pergunta está inserida (C).	56
Figura 45 – Exemplo de resposta de alunos à Q6 onde são mencionados os dois primeiros tópicos de resposta (A), resposta completa com indicação de ausência de decomposição (B) e a mais semelhante aos critérios de correção (C).	57
Figura 46 – Exemplo de resposta de um aluno, que não esteve presente nas aulas do PI, à Q6 com referência a dinossauros.	57

Índice de tabelas

Tabela 1 – Aprendizagens e competências estabelecidas para o 7º ano de escolaridade de Ciências Naturais relacionadas com o programa de Intervenção (adaptado de Direção-Geral da Educação, 2018b).	4
Tabela 2 – Objetivos educacionais, conceptuais e profissionais do Programa de Intervenção.	5
Tabela 3 – Parâmetros contidos na grelha de observação referente ao Programa de Intervenção, com respetiva descrição dos níveis de desempenho.	26

Lista de abreviaturas

COVID-19 – resulta das palavras “Corona”, “Vírus” e “Doença” com indicação do ano em que surgiu (2019) atribuído pela Organização Mundial da Saúde

E@D – Ensino à Distância

EOI – Ensino Orientado para a Investigação

EOI – Ensino Orientado para a Investigação

IPP – Iniciação à Prática Profissional

ODS – Objetivo para o Desenvolvimento Sustentável

ONU – Organização das Nações Unidas

PES – Prática de Ensino Supervisionada

PI – Programa de Intervenção

SARS-CoV-2 – nome do novo coronavírus que significa “Síndrome Respiratória Aguda Grave pelo Coronavírus 2”

Capítulo 1. Introdução

No seguimento do Projeto de Estágio de Iniciação à Prática Profissional (IPP) e após implementação do Programa de Intervenção (PI) no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), realizada como pressuposto na Unidade Curricular (FP5000) do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário, elaborou-se o presente Relatório de Estágio. O PI foi aplicado no decorrer do ano letivo 2020/2021, com alunos do 7º ano de escolaridade de uma escola secundária de uma zona urbana da cidade do Porto.

Com o passar do tempo, o trabalho do professor tem aumentado na sua complexidade e exigência, sendo enormes as expectativas criadas pela sociedade sobre estes profissionais. Entenda-se que o papel do professor é preponderante na construção de cidadãos bem-formados e, para isso, a aposta numa boa formação docente é indispensável para atingir este grande objetivo (Goodson, 2003). A prática letiva, para quem não se conforma com a monotonia, invoca incertezas, problemas para resolver e questões que anseiam resposta e, para o docente resolver estas inquietudes, tem de se permitir refletir sobre as suas práticas. Só esta perspetiva crítica pode levar à mudança estratégica e metodológica e, assim, os processos de ensino e de aprendizagem poderão ser adaptados para acompanhar as mudanças sociais e económicas (Coutinho et al., 2009).

Desde Janeiro de 2020, a população mundial tem vivido uma nova realidade que transformou a vida de todos os seres humanos e onde adaptação, teletrabalho e Ensino à Distância (E@D) passaram a ser conceitos fundamentais para o quotidiano. Esta mudança deveu-se ao aparecimento e propagação de um novo coronavírus, o SARS-CoV-2, cuja doença associada, a COVID-19, rapidamente se alastrou e se transformou numa pandemia (Direção-Geral da Saúde, 2021). Este contexto pandémico veio acentuar algumas dificuldades tecnológicas vividas pela população docente, obrigar um reinventar do ambiente de sala de aula e dos processos de ensino e de aprendizagem e, em muitos casos, aumentou a desigualdade entre os alunos. Apesar de não ser novidade aquando da iniciação da IPP e PES, todos os factos anteriormente mencionados estiveram também presentes no decorrer da implementação deste PI, nomeadamente, a saída recente do segundo confinamento geral, de final de janeiro até meados de abril, que naturalmente impactou das mais variadíssimas formas toda a Comunidade Escolar.

No entanto, este tempo de pandemia também está a ser um momento importante para os docentes repensarem o seu papel na investigação. Com tanta mudança recente no contexto de sala de aula cresceu um ambiente favorável para se desenvolverem e renascerem professores-investigadores porque, independentemente da crescente complexidade do seu exercício profissional, a sala de aula, os alunos e os professores não são os mesmos devido a grandes mudanças sociais e, principalmente, depois da primeira experiência de E@D (Esteves, 2001; Trancredi, 2009). Mais importante é ainda para os professores em formação que dão início à sua prática num ambiente que os incita à pesquisa por iniciativa própria no sentido de melhorar a Educação em geral e a Educação em Ciência, em particular. Uma noção que vem a ser discutida desde os anos 30, ganha relevo nos anos 60 e que, acima de tudo, se centra na qualidade do ensino e da aprendizagem, requer que o futuro docente se consciencialize e assuma uma postura reflexiva e analítica face à sua prática (Alarcão, 2001).

O professor, ao longo da sua carreira, precisa de pesquisar, relembrar e atualizar-se para saber os conteúdos a lecionar e tem de conseguir adaptá-los ao nível de desenvolvimento, conhecimento e à realidade dos seus alunos. Este trabalho passa, também, pela escolha das melhores e mais adequadas metodologias, recursos, exemplos e ilustrações que contextualizem as temáticas, atividades e outros materiais que contribuam para o sucesso escolar e o desenvolvimento de capacidades pessoais, sociais e culturais pelos discentes. No compromisso com o processo de aprendizagem podem surgir diversos imprevistos, nomeadamente quando pretendem pôr em prática novos conhecimentos ou recursos, para ir de encontro às necessidades dos alunos em diversas turmas. Trabalhando com diferentes alunos, de turmas distintas e em momentos não simultâneos é crucial que o professor se muna de observações, se questione, faça comparações e analise os resultados obtidos. Sendo assim, a docência é uma profissão complexa e que exige uma multiplicidade de conhecimentos necessários para o seu exercício (Trancredi, 2009).

No decorrer do processo de aprendizagem pressupõe-se que os alunos vão construindo a sua literacia científica, ou seja, o conhecimento necessário para tomarem decisões fundamentadas, desenvolverem a capacidade argumentativa e trabalharem o pensamento crítico. Simplificando, é uma ferramenta preciosa para viver numa sociedade responsável, que valoriza o trabalho e a investigação científica e promove a paz. O docente de Educação em Ciências tem em mãos, em simultâneo, um grande privilégio e responsabilidade, pois dispõe de conhecimentos, estratégias e recursos, elucidando as mais variadas formas de fazer ciência, como a sua natureza e o método científico, na formação de cidadãos responsáveis, críticos e com a capacidade de

formular os seus próprios pontos de vista e de respeitar a divergência de pensamentos (El Islami & Nuangchalem, 2020).

Uma linha condutora de ações para moldar o futuro, não só da sociedade como de todo o planeta Terra, é a Agenda 2030 e os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU, onde um deles é dedicado à Educação. Já dizia a sabedoria popular que o saber não ocupa espaço e o ODS 4 (figura 1) vem corroborar a veracidade da expressão uma vez que defende o “acesso à educação inclusiva, de qualidade e equitativa” e a promoção de “oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos” (Pereira, 2015a). No desenvolvimento deste PI também será tido em conta o ODS 11 (figura 1), com a meta que incentiva a “fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o património cultural e natural do mundo” (Pereira, 2015b), uma vez que, a temática incidente não seria possível abordar sem que se trabalhasse para o cuidado, respeito e salvaguarda dos exemplares fósseis encontrados ao longo do tempo. Com menos relevo, mas igualmente presentes neste PI, serão considerados os ODS 14 e 15 (figura 1), referentes à proteção da vida marinha e da vida terrestre, respetivamente, uma vez que será tida em conta a biodiversidade dos seres vivos, dado serem o ponto de partida das aulas deste tema, e que é importante sensibilizar os alunos para a sua conservação (Pereira, 2015c; Pereira, 2015d).



Figura 1 – Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável inerentes ao estudo.

Num tempo onde a instabilidade e a mudança constante imperam, mais do que seria desejado, é necessário ter em conta a adaptabilidade do desenvolvimento deste PI tanto para um regime presencial, em sala de aula, como para um regime não-presencial, via *Teams* (plataforma adotada pela escola em questão), ou seja, como defende Coutinho e colaboradores (2009), este plano tem flexibilidade para se adaptar às situações imprevistas. Não tendo sido necessária a sua adaptação para E@D, não-presencial, prosseguiu-se apenas com as estratégias e os recursos para o seu desenvolvimento presencial.

No sétimo ano de escolaridade, o programa de Ciências Naturais baseia-se no estudo da Geologia, que tende a ser a área que desperta curiosidade a menor número

de alunos. Contudo, quando se aborda o tema dos Fósseis, surge uma janela de oportunidade para integrar conceitos de Biologia. Graças aos dinossauros, entre outros seres vivos espetaculares, grande parte dos alunos anseia por estas aulas que, ao lado do vulcanismo e da sismologia, tornam-se os temas de maior interesse nesta faixa etária (Mateus, 2020).

1.1 Contextualização da investigação

O sétimo ano de escolaridade de Ciências Naturais abrange apenas um domínio, “Terra em Transformação”, que está dividido em vários subdomínios. Este PI desenvolveu-se em torno do tema “Fósseis” e, por isso, o subdomínio é “A Terra conta a sua história”, cujas aprendizagens essenciais em destaque constam na tabela 1, juntamente com as aprendizagens essenciais transversais relevantes e as áreas de competência do Perfil dos Alunos estimuladas (Direção-Geral da Educação, 2018b).

Tabela 1 – Aprendizagens e competências estabelecidas para o 7º ano de escolaridade de Ciências Naturais relacionadas com o Programa de Intervenção (adaptado de Direção-Geral da Educação, 2018b).

Aprendizagens essenciais	Aprendizagens transversais	Áreas de competência do Perfil dos Alunos
- Identificar as principais etapas da formação de fósseis e estabelecer as possíveis analogias entre as mesmas e o contexto real em que os fenómenos acontecem; - Explicar o contributo do estudo dos fósseis e dos processos de fossilização para a reconstituição da história da vida na Terra.	- Selecionar e organizar informação, a partir de fontes diversas e de forma cada vez mais autónoma, valorizando a utilização de tecnologias digitais e integrando saberes prévios para construir novos conhecimentos; - Formular e comunicar opiniões críticas, cientificamente fundamentadas e relacionadas com a CTSA; - Articular saberes de diferentes disciplinas para aprofundar temáticas abordadas em Ciências Naturais.	- Informação e comunicação; - Raciocínio e resolução de problemas; - Pensamento crítico e pensamento criativo; - Relacionamento interpessoal; - Desenvolvimento pessoal e autonomia.

Para ajudar a perceber alguns ambientes de fossilização, foi necessário recorrer a conhecimentos abrangidos pelo subdomínio “Dinâmica externa da Terra”,

relembrando as etapas de formação das rochas sedimentares, nomeadamente a sedimentogénese e a diagénese, lecionadas no decorrer do primeiro período do presente ano letivo (Direção-Geral da Educação, 2018b).

Contudo, as aprendizagens essenciais do 7º ano de Ciências Naturais contemplam apenas conteúdos relacionados com a área científica de Geologia. Sendo assim, de forma a fomentar a interdisciplinaridade com a Biologia, recorreu-se a aprendizagens essenciais de Ciências Naturais do 2º Ciclo do Ensino Básico, nomeadamente do 5º ano de escolaridade, incluídas no domínio “Diversidade de seres vivos e suas interações com o meio” (Direção-Geral da Educação, 2018a).

1.2 Problema e objetivos de investigação

No decorrer desta investigação pretendeu-se avaliar o impacto da utilização do ensino orientado para a mudança conceptual (baseado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel) e construção de aprendizagens significativas acerca da temática dos Fósseis no domínio cognitivo de alunos do 7º ano de escolaridade de Ciências Naturais.

No sentido de responder ao problema de investigação e, com o intuito de direcionar este Programa de Intervenção, foram definidos objetivos de três tipologias: educacionais, conceptuais e profissionais, que constam na tabela 2.

Tabela 2 – Objetivos educacionais, conceptuais e profissionais do Programa de Intervenção.

Tipologia	Objetivos
Educacionais	• Potenciar a literacia científica por via de uma aprendizagem por mudança conceptual na disciplina de Ciências Naturais; • Estimular o raciocínio científico e o desenvolvimento de competências diversificadas; • Promover uma aprendizagem significativa no ensino das Ciências Naturais.
Conceptuais	• Consciencializar para os tipos de fossilização existentes, a diversidade de organismos fossilizados e a necessidade da sua preservação quando encontrados; • Promover a transdisciplinaridade nas áreas de Biologia, Geologia, Geografia e História; • Desmistificar concepções alternativas na temática dos Fósseis e na sua importância para a reconstituição da história da vida na Terra.

Profissionais	• Desenvolver competências profissionais docentes diversificadas com a preparação e aplicação de um ensino orientado para a mudança conceptual; • Adquirir competências no âmbito da Investigação em Educação; • Estimular o desenvolvimento e emancipação profissional através de uma ação reflexiva e participativa.
---------------	--

É de salientar que os objetivos conceptuais (tabela 2) propostos neste PI resultam da adaptação das aprendizagens essenciais anteriormente apresentadas (tabela 1).

1.3 Organização do Relatório de Estágio

Para facilitar o processo de leitura, o presente documento está estruturado em capítulos. Os primeiros seis capítulos do Relatório de Estágio incluem uma introdução com contextualização, problemática e propósito do estudo, um enquadramento científico e educacional, um terceiro destinado às metodologias de investigação adotadas e os três últimos referentes ao desenvolvimento, aplicação, recolha e análise de dados e conclusões inerentes ao Programa de Intervenção. Por fim, seguem-se as referências bibliográficas e os apêndices.

O primeiro capítulo – introdução – inicia com uma breve apresentação da investigação, clarificando o propósito da mesma e enquadrando e justificando o estudo. Divide-se em três subcapítulos onde no primeiro – contextualização da investigação – se procede à contextualização curricular da temática escolhida. No segundo subcapítulo – problema e objetivos de investigação – é apresentado o problema de investigação e os objetivos educacionais, conceptuais e profissionais que orientaram este estudo. Por fim, o último subcapítulo – organização do relatório de estágio – sumaria cada um dos capítulos do presente relatório.

O segundo capítulo – enquadramento teórico – resulta de toda a pesquisa e análise de literatura científica subjacente ao tema. Divide-se em dois subcapítulos em que o primeiro – enquadramento científico – compila os aspetos mais importantes da temática escolhida, os Fósseis, desde a Paleontologia e o trabalho do paleontólogo, conceitos importantes inerentes à fossilização, alguns organismos fossilizados e seus aspetos anatómicos e do habitat, bem como a importância do registo fóssil para a Biologia e Geologia. No segundo subcapítulo – enquadramento educacional – é feita

uma introdução que inclui conceitos como o socioconstrutivismo e o Ensino Orientado para a Investigação (EOI), é explicado o ensino orientado para a mudança conceptual e a importância da aplicação do teste de diagnóstico, de mapas de conceitos e do teste cognitivo para verificação de aprendizagens no Ensino das Ciências.

O terceiro capítulo – metodologia de investigação – encontra-se dividido em quatro subcapítulos começando pela classificação da metodologia da investigação, seguida pela abordagem às técnicas e instrumentos de recolha de dados utilizados durante o PI e a validade e fidelidade dos mesmos. Termina com a caracterização da amostra participante neste investigação.

O quarto capítulo – programa de intervenção – é dedicado à descrição da planificação e aplicação do PI e à apresentação dos recursos educativos criados e utilizados. No quinto capítulo – resultados e discussão – são apresentados os resultados devidamente analisados, qualitativa e quantitativamente, bem como a discussão dos mesmos.

Por fim, o sexto capítulo é dedicado às conclusões que surgiram desta investigação. Primeiramente são apresentadas as resultantes deste estudo, seguidas pelo levantamento das limitações desta investigação e sugestão de abordagens para futuras intervenções. Termina com a reflexão dos contributos desta investigação para o desenvolvimento profissional da investigadora.

Capítulo 2. Enquadramento teórico

Para ser possível levar a cabo uma investigação, seja na Ciência ou na Educação em Ciência, é necessário pesquisar fundamentos científicos que suportem o decorrer da mesma. Inicia-se este capítulo com o enquadramento científico necessário para a base de conhecimentos inerentes à temática dos Fósseis e termina-se com o enquadramento educacional necessário para melhor conhecer o ensino orientado para a mudança conceptual, baseada na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, e as estratégias a aplicar neste PI. Resumidamente, este capítulo abrange os saberes necessários à conceção do ensino das ciências (Rebola, 2015).

2.1 Enquadramento científico

O professor, segundo vários autores, deve possuir conhecimento acerca do conteúdo a lecionar, como aspetos e conceções específicos da sua área disciplinar, e ter a capacidade de os relacionar com a realidade e o contexto dos alunos. No exercício da sua profissão, necessita de um domínio curricular suficiente para adaptar o conhecimento científico ao programa da disciplina que leciona (Rebola, 2015). Para isso ser possível, “o professor precisa não apenas de compreender que aquilo é assim; o professor precisa também de compreender porque é que é assim” (Shulman, 1986 em Rebola, 2015, p. 76).

2.1.1 Introdução

Palavra derivada do grego *palaio* (antigo), *onto* (ser) e *logos* (estudo), e criada por Henri Marie Ducrotay de Blainville em 1822, a Paleontologia é uma ciência natural que se encarrega do estudo dos seres antigos que habitaram a Terra, que ficaram registados ou preservados, e se denominam de fósseis (Babin, 1991). Dedicar-se à reconstrução anatómica e análise de organismos no sentido de compreender possíveis relações da evolução dos seres vivos (Elliot, 2020), tentando responder a questões básicas para explicar a existência da vida na Terra. Muitas destas evidências encontram-se preservadas nas rochas e cabe ao paleontólogo a recolha dos exemplares e a sua interpretação fiel à ciência (Sahni, 2021).

Elliot (2020) caracteriza a Paleontologia como um campo multidisciplinar uma vez que os cientistas recorrem a outras áreas, como a cladística e a tomografia computacional, para resolver problemas científicos como o esclarecimento da vida

passada, a compreensão dos eventos de extinção, nomeadamente as históricas extinções em massa, e os efeitos das alterações climáticas.

2.1.2 Definição de fóssil

Como acontece em muitas outras, a definição de fóssil não é consensual. Tende a definir-se como sendo um “resto de organismo vivo, ou vestígio da sua atividade, que ficou preservado na rocha” (Mateus, 2020, p.10). Já o livro *Understanding Earth* de Grotzinger & Jordan (2014) resume a definição de fóssil a um artefacto de vida preservado no registo geológico (Grotzinger & Jordan, 2014b). Segundo Ausich & Lane (1999), o termo deriva do latim *fossilium* que significa “cavado de um local abaixo da superfície do solo” (Ausich & Lane, 1999a, p.2).

Encontrar um ser vivo fossilizado na sua totalidade é uma verdadeira exceção, dado ser um processo extremamente raro (Wise, 2021). Quando fica registado na crosta terrestre, por processos de fossilização, todo ou apenas uma parte desse mesmo organismo denomina-se de eufóssil ou somatofóssil. O mais frequente é encontrar-se vestígios da existência de seres vivos que se designam por marca, icnito ou icnofóssil. Com a interpretação destes é possível associar ações como alimentação, locomoção, descanso ou reprodução (Doyle, 1996a). Como exemplo, e que fornecem informações para inferir acerca da alimentação do organismo fossilizado, foram encontrados fragmentos rochosos, os gastrólitos, que tinham o objetivo de facilitar a digestão (Wings, 2007). Ambos, somatofósseis e icnofósseis, têm em comum a natureza da sua formação que é graças à ocorrência de condições excecionais na natureza, ou seja, a sua preservação é feita de forma natural. Sendo assim, o mais correto de se afirmar é que “o fóssil é o resto de um organismo, ou vestígio da sua atividade, que ficou preservado de uma forma natural” (Mateus, 2020, p. 13). Este processo tende a ser lento e conseguimos datar fósseis de há milhões de anos, pelo que leva a ser utilizada a escala geológica, cuja unidade é o milhão de anos (Ma), para quantificar o tempo na Paleontologia (Mateus, 2020; Wise, 2021).

Outra forma de distinguir os fósseis relaciona-se com o tamanho do exemplar, podendo ser divididos em macrofósseis e microfósseis. Os macrofósseis, mais comumente encontrados na natureza, abrangem todos os fósseis passíveis de distinguir numa escala macroscópica. São exemplos conchas, ossos, dentes, pegadas ou folhas. Os microfósseis, normalmente mais antigos e parecidos com formas atuais, são visíveis a uma escala microscópica (figura 2), ou seja, é necessário o recurso a instrumentos para se visualizar ou distinguir (Grotzinger & Jordan, 2014c). Como

exemplo são os esqueletos de foraminíferos, organismos marinhos unicelulares com carapaça carbonata que podem ser bentónicos ou planctónicos (Carvalho et al., 2020), esqueletos de algas marinhas, como os dinoflagelados, grãos de pólen ou conchas de crustáceos marinhos como os ostrácodes (Quinn, 2008).

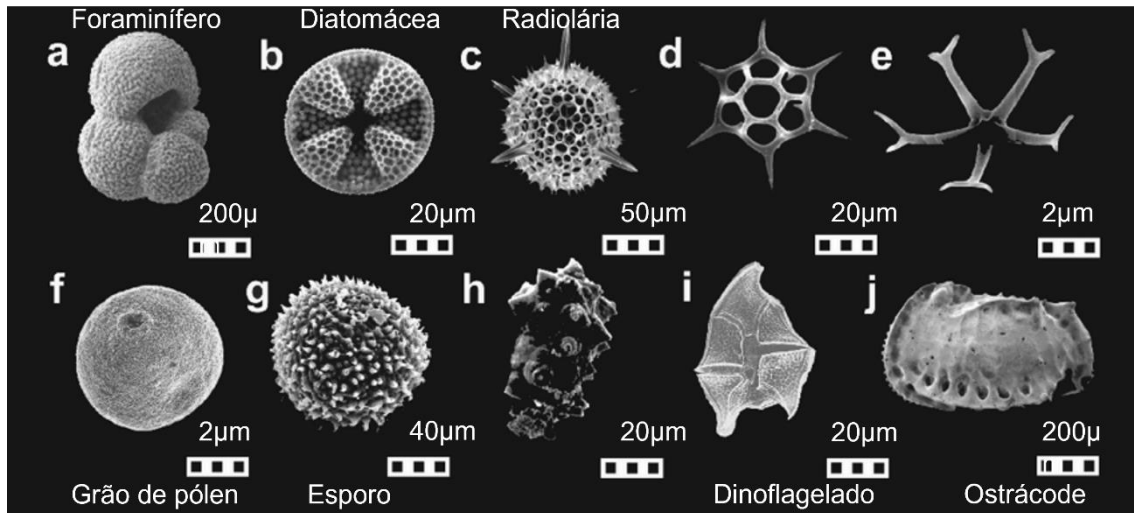


Figura 2 – Exemplos de microfósseis com a respetiva escala, em micrómetros, e a identificação dos mais relevantes para apresentar ao 7º ano de Ciências Naturais (adaptado de Quinn, 2008, p.276).

Conhecer os fósseis e os seus processos de fossilização permite estudar a evolução dos seres vivos na Terra e, consoante as características dos organismos encontrados, os fósseis podem ser utilizados para datação de rochas, caracterizar e reconstruir ambientes, estudar a evolução dos seres vivos e as extinções vividas na Terra (Doyle, 1996a; Elliot, 2020).

2.1.3 Processos de fossilização

Antes de se aprofundar qualquer processo de fossilização é importante saber em que rochas é mais comum encontrarem-se estes artefactos. Os melhores exemplos de preservação de fósseis encontram-se em rochas sedimentares que não sofreram deformação ou metamorfismo, apesar de estas não se encontrarem com organismos muito antigos (Grotzinger & Jordan, 2014c).

No âmbito da sua raridade, existem variadas formas de encontrar, na natureza, uma evidência fóssil. Das mais comuns e extraordinárias são as evidências conservadas pela passagem da matéria orgânica a matéria inorgânica ou mineral (Mateus, 2020). Em primeiro lugar ocorre a morte do organismo que dá início ao processo de decomposição das partes moles do mesmo (Doyle, 1996a). De seguida, o organismo começa por ser

coberto por sedimentos de granulometria muito fina que limitam o influxo de oxigénio, ou seja, tornam o ambiente pobre neste gás, impedindo a redução de sulfatos e a degradação (Naimark et al., 2018). No caso desta deposição ser instantânea ou simultânea ao momento da morte, limitando o contacto com decompositores ou a degradação física pela ação do vento, há a possibilidade da conservação, na íntegra, do ser vivo. Por norma, existe sempre algum grau de decomposição ou destruição, por intermédio de reações biológicas, físicas ou químicas, das partes moles do organismo, deixando, somente, as partes duras como ossos, dentes e conchas. Por fim, dá-se uma substituição dos constituintes orgânicos por minerais, como a pirite, carbonatos, sulfatos ou silicatos, processo denominado de mineralização, como ilustrado na figura 3 (Doyle, 1996a; Ausich & Lane, 1999b). É de extrema importância ter em conta que, para ocorrer fossilização em rochas sedimentares, é preciso que as condições do meio estejam em consonância, nomeadamente, o pH do local e a composição elementar (Naimark et al., 2018). Outros exemplos de fósseis formados por mineralização são troncos de árvores petrificados, fezes de animais fossilizadas, os coprólitos (Wood & Wilmshurst, 2014), colónias de bactérias designadas por estromatólitos, dentes e ossos (Mateus, 2020).

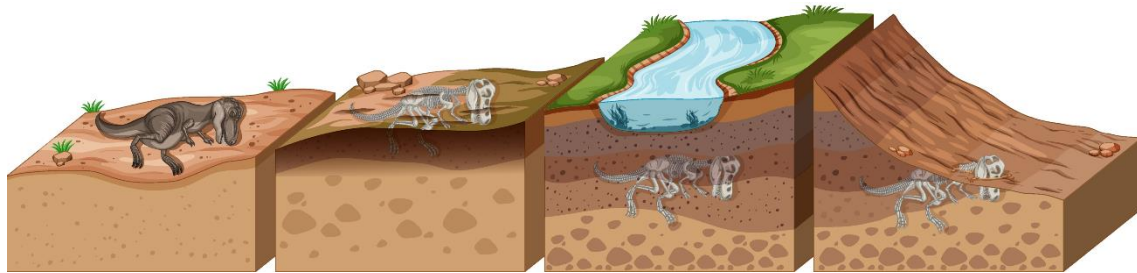


Figura 3 – Ilustração do processo de fossilização de um esqueleto de dinossauro por mineralização e posterior ação dos agentes de geodinâmica.

No caso dos estromatólitos, somatofósseis de ancestrais dos microrganismos e os mais antigos registos de vida encontrados na Terra, formam camadas fósseis complexas na rocha sedimentar. Pensa-se que a sua formação está associada a chuvas de sedimentos que aprisionavam os microrganismos. Depois, estes cresciam entre as partículas e espalhavam-se lateralmente, colocando as mesmas no lugar e o processo repetia-se. Cada camada, nos estromatólitos, corresponde a uma camada de sedimentos depositada e arranjada por um microrganismo, assemelhando-se a estruturas que se observam atualmente nas regiões intertidais, por exemplo, em Shark Bay, na Austrália (Grotzinger & Jordan, 2014c).

Quando as rochas sedimentares sofrem deformações ou metamorfismo de baixo a médio grau podem preservar os fósseis nelas contidas como acontece, por exemplo,

nos xistos fossilíferos (Mateus, 2020). Encontrá-los em rochas metamórficas é relativamente raro e, por norma, encontram-se também eles deformados. No entanto, a sua presença é de extrema importância para compreender a origem da rocha sedimentar (Doyle, 1996a). No âmbito das rochas magmáticas, não são encontrados fósseis em rochas intrusivas, uma vez que, as elevadas temperaturas a que são formadas destroem qualquer material biológico, assim como em ambientes de metamorfismo de elevado grau (Doyle, 1996a; Grotzinger & Jordan, 2014b). Contudo, existem exceções no que se refere a rochas magmáticas extrusivas, nomeadamente as formadas por cinzas vulcânicas, que cobriram os animais e/ou plantas e são exemplos os moldes humanos de Pompeia, em Itália, e impressões de folhas de plantas na ilha de São Miguel, nos Açores, identificados e caracterizados por Filomena Diniz em 1962 (Doyle, 1996a; Mateus, 2020).

Encontram-se organismos completamente fossilizados em resinas vegetais, como é exemplo o âmbar. Este foi produzido como mecanismo de defesa tanto de coníferas como de angiospérmicas, há milhões de anos. Em resultado de stress ambiental, como o causado por atividade vulcânica ou cortes no caule, estas árvores libertaram um excedente de resina que polimerizou em contexto sedimentar e transformou-se numa substância vítrea, formando depósitos de acumulação de âmbar (Naglik et al., 2018; Silvério & Madeira, 2018). A sua preservação depende da rapidez com que foi enterrado, isolado do oxigénio e da luz solar, prevenindo a sua degradação, e da atuação de elevadas pressões e temperaturas (Naglik et al., 2018; Wise, 2021). Esta resina pode ser encontrada como uma evidência fóssil por si só, sendo um icnofóssil vegetal, ou com insetos ou plantas preservadas no seu interior (Naglik et al., 2018), como um exemplo de conservação ou preservação em matéria orgânica (Mateus, 2020). Atualmente ainda se encontram estes fósseis em formação em locais de intensa atividade vulcânica, onde se sentem fortes efeitos das alterações climáticas ou em zonas de fogos florestais, em que estas árvores aumentam a produção de resina como meio de defesa (Naglik et al., 2018). Em Portugal, existe pelo menos uma acumulação de âmbar fossilizado conhecida que se situa em Cascais, nas arribas da Praia da Bafureira (Silvério & Madeira, 2018).

A conservação de organismos intactos, ou somente de alguns tecidos moles como músculos ou pele, designa-se de mumificação e contempla tanto organismos que ficaram aprisionados no gelo (congelção) como os que sofreram algum processo de desidratação de uma outra forma natural. As múmias naturais mais comuns são os mamutes que ficaram aprisionados em *permafrost* nas regiões do Alasca e da Sibéria e, como em alguns destes seres ficou conservado o seu conteúdo estomacal, foi

possível estabelecer relações de parentesco com os atuais elefantes da Ásia e de África (Ausich & Lane, 1999b). O mais icónico exemplo deste tipo de fossilização é um mamute bebé, “Lyuba”, encontrado na Sibéria com mais de 40 mil anos (Mueller, 2017). Na mumificação, as condições ambientais promovem a secagem de toda a água contida nas partes moles dos organismos mortos, tornando-os pouco aprazíveis à proliferação de bactérias (Ausich & Lane, 1999b). Esta rápida secagem do corpo pode dar-se por exposição a elevadas quantidades de fumo como, por exemplo, durante um incêndio ou por submersão num ambiente pantanoso (Bloudoff-Indelicato, 2016). Alguns exemplos deste processo de conservação são os mamutes mumificados no interior de cavernas no sudoeste dos Estados Unidos da América, pelo e pele de animais encontrados no Novo México e múmias encontradas nos desertos secos da América do Sul (Ausich & Lane, 1999b). No entanto, estes dois tipos de conservação são os menos duradouros uma vez que a alteração das condições climáticas, como o aumento da temperatura, no primeiro, e da humidade, no segundo, promovem a sua degradação (Mateus, 2020).

A última categoria de processos de fossilização é a moldagem que se refere ao molde de uma parte dura de um organismo como, por exemplo, uma carapaça ou concha. Neste, ocorre a compactação de sedimentos à volta destas estruturas com um preenchimento de todas as cavidades existentes. Distinguem-se como sendo moldes externos (figura 4A), com relevo negativo e que põem em evidência a morfologia externa da estrutura; moldes internos (figura 4B), com relevo positivo, expondo a morfologia interna; contramoldes que expõem a morfologia externa por compressão de um molde interno com o molde externo; e impressões (figura 4C) positivas (exemplo: fetos), ou negativas (exemplo: asa de inseto), representando partes moles que, por serem achatados, ficaram marcados no registo sedimentar (Moore et al., 1952; Doyle, 1996a; Mateus, 2020).



Figura 4 – Representação, em barro, de um molde externo (A) e molde interno (B) de uma concha e de uma impressão (C) de uma folha de *Ginkgo biloba*.

Concluiu-se, assim, os processos de fossilização em que mais frequentemente se encontram os organismos fossilizados.

2.1.4 Fósseis de Portugal

Muitos são os organismos que fazem parte da história da Terra, pelos mais diversos motivos, e alguns consideram-se de grande importância paleontológica, como o caso das trilobites, graptólitos, amonites, gastrópodes, equinodermes, braquiópodes, belemnites e pteridófitas. Em Portugal encontram-se vários exemplares de fósseis, conhecidos a nível mundial pelo seu valor científico, em locais geologicamente importantes na Geologia de Portugal: Lourinhã, relativamente a fósseis do Mesozoico, e Valongo, Arouca e Gondomar, no que concerne a fósseis do Paleozoico.

Dinossauros

Apesar de não serem os animais com maior destaque no que toca à delimitação do tempo geológico, os dinossauros tiveram e têm um papel fundamental na Paleontologia pelo mundo. Em Portugal, o primeiro relato da presença de dinossauros remete para o século XVIII, num santuário no Cabo Espichel, na Bacia Lusitânica, onde as marcas das pegadas de um Saurópode eram interpretadas como pegadas de uma mula que transportava a virgem Maria. Outros espécimes foram caracterizados na Lourinhã, uns anos mais tarde, e, ao longo do tempo, descobriu-se um local com grande diversidade de fósseis incluídos na classe dos répteis, que datam do Jurássico Inferior (Antunes & Mateus, 2003).

Octávio Mateus, em 1998, descreveu um Terópode, dinossauro bípede e carnívoro, que habitou a Bacia Lusitânica, na Formação da Lourinhã, no Jurássico Superior: *Lourinhanosaurus antunesi*, em homenagem ao paleontólogo e professor Miguel Tello Antunes. Foram descobertas vértebras, ossadas de membros posteriores e um ninho com mais de cem ovos. Este ninho representa o único na Europa com ovos inteiros e com ossadas de fases de desenvolvimento no ovo (Antunes & Mateus, 2003). Também foi encontrada uma associação de 32 gastrólitos, com um molde negativo de mais 3, cujo maior media 22mm, por baixo de uma vértebra dorsal do mesmo, sendo inequívoca a sua associação a este dinossauro. As suas características indicam ser o primeiro e, talvez, único sinraptor conhecido na Europa (Mateus, 1998) cujo tamanho do juvenil (figura 5) seria inferior ao de um homem adulto (Mateus, 2014).



Figura 5 – Tamanho comparativo entre um exemplar de *L. antunesi* juvenil, um homem adulto e uma barra de 2m (Mateus, 2014, p.59).

Também do Jurássico Superior, Bonaparte e Mateus, em 1999, descreveram um Saurópode: *Dinheirosaurus lourinhanensis* (figura 6). O seu nome homenageia o local onde foi encontrado que, para além de ser na Lourinhã, ficava no Porto Dinheiro.

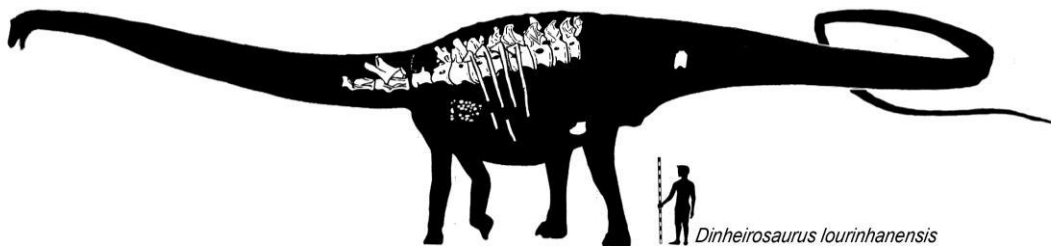


Figura 6 – Tamanho comparativo entre um exemplar de *D. lourinhanensis*, um homem adulto e uma barra de 2m. (Mateus, 2014, p.55).

Deste herbívoro gigante foram catalogados, tal como no anterior, somatofósseis e icnofósseis, entre os quais vértebras, costelas, fragmentos de ossos dos membros, pegadas e gastrólitos, fósseis do conteúdo estomacal do animal (Antunes & Mateus, 2003). Pensa-se que este género é endémico de Portugal e que resultou de um isolamento geográfico de populações americanas e portuguesas do género *Diplodocus* (Bonaparte & Mateus, 1999).

Trilobites

As trilobites classificam-se como artrópodes marinhos e são fósseis muito frequentemente utilizados para datar as rochas onde se encontram. Apareceram no Câmbrio Inferior, juntamente com uma grande diversidade de outros invertebrados, há cerca de 521Ma e viveram até ao final do Pérmico, há 252Ma. Possuem corpo

segmentado, coberto por uma carapaça quitinosa mineralizada rígida, mas que permite o movimento nas articulações entre os segmentos. No entanto, aquando do seu crescimento, necessitavam de sair e formar uma nova para se adaptarem às modificações das dimensões, processo que tem o nome de exúvia. O seu nome provém da divisão do corpo em três lobos transversais e são constituídas por cabeça, tórax (onde se encontram os segmentos) e pigídio, uma espécie de cauda. Os segmentos torácicos, ao serem articulados, permitem ao animal adquirir uma posição de defesa que se assemelha ao enrolamento do bicho-da-conta (figura 7). Podem medir entre 6mm a 10cm, porém, em Arouca, existe um exemplar com mais de 50cm de comprimento (Couto, 2015).



Figura 7 – Exemplar de fóssil de trilobite do género *Neseuretus* da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em posição de defesa.

Estes artrópodes podiam movimentar-se de três formas diferentes: as nectónicas nadavam, as bentónicas moviam-se junto ao fundo do oceano e as planctónicas flutuavam. As bentónicas são autoras de um icnofóssil frequente nos quartzitos do Ordovícico Inferior: as *Cruziana*, ou seja, marcas bilobadas da sua locomoção e/ou alimentação (Couto, 2015). Para além deste icnogénero existe ainda *Rusophycus* que é um vestígio de repouso e *Dimorphichnites* de locomoção, parecido com um rastejar (Doyle, 1996b).

No anticlinal de Valongo destacam-se vários géneros de Trilobites fossilizadas, como *Asaphellus*, *Nobiliasaphus*, *Neseuretus*, *Placoparia*, *Ectillaenus* e *Dionide*, sendo a Formação de Valongo de enorme riqueza fóssil (Couto & Lourenço, 2008). As Trilobites também se destacam numa das mais importantes jazidas fossilíferas do Ordovícico Médio do sudoeste europeu, no geossítio da Pedreira do Valério, em Canelas, Arouca. Neste local encontram-se alguns dos maiores exemplares a nível mundial (Sá et al., 2006). Em Arouca estão presentes, entre outros, os géneros

Asaphellus, *Ectillaenus* e *Placoparia*, concentrados em pequenos grupos que se pensa acontecer aquando da muda ou da reprodução (Rocha, 2008).

Plantas

Há cerca de 180 milhões de anos, no início do período Jurássico, surgiu um género, denominado *Ginkgo*, que se mantém na Terra nos dias de hoje, graças à espécie *Ginkgo biloba* (figura 8), mais recente, sendo considerada um fóssil vivo. Esta designação deve-se ao facto do género estar vivo e, em simultâneo, presente no registo fóssil (Royer et al., 2003; Gong et al., 2008).



Figura 8 – Exemplar de uma folha de *Ginkgo biloba* onde é possível distinguir a sua forma em leque e a fenda que a divide em dois lobos.

É considerada uma gimnospérmica, planta sem fruto e flor e com sementes expostas (Mateus, 2014) muito comum de encontrar no Porto, possui folha caduca e é caracterizada pelas folhas com forma de leque e uma fenda a meio, dividindo-a em duas partes ou lobos (figura 8). Para além disso, é uma espécie dioica, ou seja, alguns indivíduos são macho e outros são fêmea (Fundação Calouste Gulbenkian, s.d.).

2.1.5 Aplicações da Paleontologia

Para além do grande impacto de todos os conhecimentos até agora mencionados na perceção da Paleontologia, das antigas formas de vida existentes na Terra e da evolução da vida em si, existem mais dois aspetos que o seu estudo contribuiu para uma melhor compreensão do passado.

O primeiro é concernente à utilização de fósseis como indicador relativo da idade dos estratos. Neste caso é utilizada, por exemplo, uma espécie ou género de trilobite, que viveu durante um curto período de tempo, à escala geológica, e que possuiu uma

ampla distribuição geográfica, sendo assim classificado de fóssil de idade. Por estudos comparativos é possível então saber a história estratigráfica de determinado local, ou seja, quais os estratos mais recentes, mais antigos ou contemporâneos ao que contém o fóssil de idade em questão (Doyle, 1996b; Grotzinger & Jordan, 2014b; Ahlberg et al., 2021).

O segundo é relativo à caracterização de paleoambientes, ou seja, a utilização de fósseis com determinadas especificidades, e altamente influenciáveis pelo meio que os rodeia, para descrever a fácies ou o ambiente do momento de formação de determinado estrato (Ausich & Lane, 1999b). Uma das particularidades é a existência por um longo período de tempo à escala geológica, isto é, e partindo do exemplo concreto dos corais, surgiram durante a explosão de vida do Câmbrio e ainda existem. Para além de serem um exemplo de fóssil vivo, a presença deste fóssil de fácies no registo fóssilífero permite inferir que, aquando da formação do referido estrato, aquele local encontrava-se num ambiente marinho, com específicos parâmetros de salinidade e temperatura e com baixa profundidade (Grotzinger & Jordan, 2014b; Ghaedi et al., 2016). Estes também permitem perceber o movimento e a disposição dos continentes ao longo do tempo, tendo um enorme contributo para reconstruções paleogeográficas (Doyle, 1996b; Ausich & Lane, 1999b; Grotzinger & Jordan, 2014a).

2.2 Enquadramento educacional

O professor possui privilégios únicos no ato de ensinar que se refletem na aprendizagem dos alunos. Começam com a planificação das aulas, a sua aplicação, a análise das situações geradas e termina com o balanço da aprendizagem. Ao longo do tempo, a crítica das ideias normalizadas fez com que as metodologias de ensino se fossem moldando aos intervenientes da sala de aula e ao mundo fora da escola (Coutinho et al., 2009).

As primeiras perspetivas de ensino valorizavam o professor e o seu papel na sala de aula, sendo o aluno um mero reprodutor de tarefas que nada sabia até começar o seu processo escolar. Abandonando este comportamentalismo de Skinner passamos para o cognitivismo de Bruner que defendia uma maior atividade do sujeito uma vez que só ele poderia estar envolvido na sua aprendizagem. Atualmente falamos de construtivismo e/ou socioconstrutivismo que, com uma origem quase simultânea vieram centrar o aluno na construção do seu próprio conhecimento e colocar o professor como um mediador ou facilitador do processo de aprendizagem.

Apesar das diferenças que separam o socioconstrutivismo, mais direcionado para o trabalho em grupo, do construtivismo, as semelhanças destacam-se com a construção ativa do conhecimento como processo de aprendizagem. A interação, pelo menos, entre o professor/facilitador e o aluno são fundamentais, bem como a interação aluno-aluno, tornando-se um interveniente imprescindível no processo de construção (Cakir, 2008).

Estando o processo de ensino centrado no aluno é essencial que este se mantenha motivado, deixando-se envolver por algo desafiante tal como um problema do seu quotidiano. É com este ato de questionar e ser questionado que se destaca o Ensino Orientado para a Investigação (EOI), do inglês *Inquiry Based Teaching*. Segundo esta metodologia, privilegiada para o Ensino das Ciências, o aluno é confrontado com um problema que o obriga a questionar-se, gerando curiosidade no seu interior. De seguida, o aluno parte para a procura de respostas, desenvolvendo o seu raciocínio científico e melhorando o seu conhecimento conceptual. Estes passos são inerentes ao método científico, espelhado no EOI, tornando-o tão atrativo para as aulas de ciências (Wang et al., 2019; Çavuş-Güngören et al., 2020).

2.2.1 Metodologia de ensino

Os estudos de Vygotsky, no âmbito do socioconstrutivismo, mostram que há um certo nível de entendimento, por parte de um indivíduo, sobre qualquer assunto, funcionando como um ponto de partida para, com alguma ajuda, atingir um mais elevado patamar de conhecimento (Novak & Cañas, 2006). Mais tarde, David Ausubel apresenta uma teoria, a teoria da aprendizagem significativa, que tem como princípio a importância de conhecimento previamente adquirido para um processo de integração e construção de novo conhecimento (Novak & Cañas, 2006; Vasconcelos et al., 2019).

Ausubel faz uma clara distinção entre dois tipos de aprendizagem: a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa. Na aprendizagem mecânica, ou automática, as novas informações são armazenadas de forma arbitrária e não são substancialmente incorporadas na estrutura cognitiva (memória a longo prazo), ou seja, as informações aprendidas são novas e, portanto, praticamente não interagem com conceitos relevantes existentes na memória do indivíduo. Por outro lado, quando a aprendizagem é significativa, há consciência do processo de aprendizagem em que a nova informação é armazenada de forma organizada e relaciona-se, substancialmente, com conhecimentos contidos na memória a longo prazo, as pré-concepções, onde se

pretende que a informação recentemente incorporada vá ancorar (Novak, 2002; Moreira, 2006).

Para ocorrer aprendizagem significativa, Ausubel defende que tem de haver assimilação de novos conceitos numa rede conceptual de pré-concepções existente na estrutura cognitiva do indivíduo (Moreira, 2006; Novak & Cañas, 2006; Novak & Cañas, 2008). Para isso, segundo Novak & Cañas (2008), são necessárias três condições:

- o conteúdo a aprender tem de ser claro e apresentado com linguagem e exemplos que vão de encontro às pré-concepções do indivíduo, evoluindo progressivamente para informações mais específicas, para ancorarem e contribuírem para o desenvolvimento de redes conceptuais;
- as pré-concepções necessitam ser relevantes, ou seja, são resultantes de uma aprendizagem mecânica cuidada que foi progredindo para a construção da base de uma rede conceptual;
- o indivíduo tem de estar predisposto a uma aprendizagem significativa, isto é, em vez de memorizar simples conceitos, incorpora e estabelece associações com as suas pré-concepções.

Sendo assim, é importante reconhecer que, segundo a teoria da aprendizagem significativa, não existe uma separação entre os dois tipos de aprendizagem mencionados anteriormente, mas sim uma continuidade com o objetivo da construção de conhecimento de grau cada vez mais elevado (Moreira, 2006; Novak & Cañas, 2008).

Contudo, é necessário um fator preponderante neste processo: a mudança conceptual. Durante o processo de aprendizagem significativa, o professor encarrega-se da difícil tarefa de conduzir os alunos a perceberem que devem escolher modificar e reorganizar as suas redes conceptuais. Para ajudar no processo, pode munir-se de ferramentas como os mapas de conceitos que fornecem uma visão mais concreta dos aspetos a melhorar (Novak, 2002; Wong, 2012). Esta mudança requer, de certa forma, uma negociação entre ambas as partes, caracterizando-se por um processo de reconstrução social e pessoal em simultâneo (Novak, 2002).

2.2.2 Concepções alternativas e a importância do diagnóstico

Quando os alunos chegam à escola, apesar de não saberem aprofundadamente de muitos temas, possuem uma curiosidade e prontidão imensa para procurarem aprender tudo sobre tudo (Peicu, 2019). Para os ajudar no longo caminho da

aprendizagem intervém o professor, e a sua relação com eles, a metodologia de ensino utilizada nas aulas e todas as ideias que trazem acerca dos mais variados temas (Oliveira, Carvalho & Mariano, 2020).

Essas concepções trazidas, denominadas de concepções alternativas ou erróneas, são construídas pelos alunos em contexto formal ou informal e tendem a ser similares a ideias ou explicações antigas, agora abandonadas pela ciência (Teixeira, 2011). Neste sentido, o docente vai trabalhar para a atualização e aceitação de ideias atuais (Cakir, 2008), promovendo um ensino que estimule a aprendizagem através da transformação dos conceitos antigos e apresentando as duas versões numa perspetiva crítica e reflexiva para ambos os intervenientes (Oliveira, Carvalho & Mariano, 2020). É de salientar que não são exclusivas dos alunos e, muitas vezes, são adquiridas a partir das próprias concepções erróneas contidas nas explicações dos professores (Teixeira, 2011).

O aluno, assim que recebe novas informações, se não for mediado, acaba por interpretá-las tendo em conta a sua base de dados (Teixeira, 2011). Esta base é formada por ideias que permitiram interpretar experiências e resolver problemas passados e, por isso, é tomada como fiável. No entanto, a mudança conceptual é possível e, para isso, é essencial criar ambientes, em sala de aula, que promovam o debate e confronto de ideias entre os alunos até que, por ausência de argumentos, percebam o que lhes falta para sustentar a sua linha de pensamento (Cakir, 2008).

Sendo assim, é necessário diagnosticar as concepções alternativas dos conhecimentos prévios dos alunos à medida que se inicia uma nova temática para o professor desenhar a melhor metodologia para abordar estas sensibilidades e interligá-las com os novos conteúdos, tornando, segundo a teoria de David Ausubel, a aprendizagem destes numa aprendizagem significativa, incluindo todos e cada um (Oliveira, Carvalho & Mariano, 2020).

Para além disso, Novak defende que não só é necessária uma conexão emocional, entre o professor e os alunos, para que se crie um ambiente propício à mudança conceptual, como também as novas informações devem estar associadas a outras ideias, funcionando como âncoras. Deste modo, o aluno atribui um significado aos novos conteúdos que já estavam intrínsecos na sua estrutura cognitiva (Oliveira, Carvalho & Mariano, 2020).

Quando os alunos chegam ao 7º ano de escolaridade, o único contacto que tiveram com fósseis foi através dos meios de comunicação ou em museus que possam ter visitado. Contabilizam-se cerca de 10 anos, possivelmente menos, para a construção de concepções alternativas dentro desta temática dado que os conhecimentos, na sua

maioria, não foram mediados por alguém com saberes como o professor de Ciências Naturais. Segundo Borgerding & Raven (2017), estas conceções relativas ao tema deste PI centram-se na distinção entre ser vivo/animado e ser não vivo/inanimado; associação entre determinadas características e a sua função e origem (hereditária e genética); distinção entre natural e feito pelo Homem; e perceção temporal, tanto na duração, para além de antigo vs. recente, como na sucessão de eventos, e de tempo relativo. Contudo, conseguem descrever os locais onde podem ser encontrados, fazer algumas associações entre diferentes exemplares e, portanto, diferentes ambientes, e identificar animais que lhes sejam familiares como sendo fósseis (Borgerding & Raven, 2017).

Capítulo 3. Metodologia de investigação

A investigação em educação dá-se num determinado contexto social que possui características próprias. Depois do professor-investigador se munir de conhecimento científico e educacional, deve adaptar a sua abordagem às especificidades do grupo em que pretende atuar, da questão-problema a que se prontifica a responder, dos dados que quer obter e das interpretações a fazer (Gay et al., 2012a). Para isto, tem de clarificar a metodologia para a sua investigação e o método a que vai sujeitar os dados aquando da análise. Esta fase é muito importante, nomeadamente para os professores em formação, pois permite uma reflexão de todo o seu trabalho no sentido de progredir e de desenvolver uma base de conhecimentos necessária ao quotidiano na sala de aula (Cohen et al., 2007a).

3.1 Classificação da investigação

Existem várias metodologias de investigação que se podem aplicar na educação. Segundo Gay e colaboradores (2012a), essas metodologias podem ser classificadas quanto ao método, qualitativo ou quantitativo, ou quanto ao propósito, tendo em conta o grau de aplicabilidade da investigação nas práticas educacionais de ensino e de aprendizagem.

Nesta investigação seguiu-se uma metodologia de Investigação-Ação, com o intuito de aferir a vantagem da utilização de um ensino orientado para a mudança conceptual na aprendizagem dos alunos. Quanto ao método utilizou-se os critérios do método qualitativo, ou seja, foi realizada num ambiente natural, real e sem manipulação externa, com vários dados a serem recolhidos em simultâneo e durante um determinado período de tempo (Gay et al., 2012a).

A Investigação-Ação surgiu na década de 40 do século XX, através de um artigo de Kurt Lewin, e hoje é bastante utilizada como metodologia de investigação na área da Educação (Coutinho et al., 2009, p.357). Tem como finalidade o envolvimento de todos os intervenientes, tanto professor como alunos, no seu desenvolvimento (Hudson et al., 2006), uma vez que se encontram no mesmo plano de intervenção, e possui objetivos como a produção de conhecimento, a compreensão e aperfeiçoamento das práticas de ensino e a análise dos efeitos dessa intervenção, isto é, possui uma componente autoavaliativa (Coutinho et al., 2009).

Esta metodologia caracteriza-se como participativa, colaborativa, crítica, um mecanismo de mudanças e distingue-se pela sua ciclicidade, ou seja, é considerada como um “processo de investigação em espiral” (Coutinho et al., 2009, p.361). Este inicia-se com a observação e constatação de um problema que leva à planificação de uma ação (figura 9). A ação é executada e os seus efeitos são observados e registados para serem alvo de reflexão por parte do investigador. De seguida é elaborado um novo plano de ação e repete-se todo o processo, iniciando um segundo ciclo da espiral (Hudson et al., 2006).

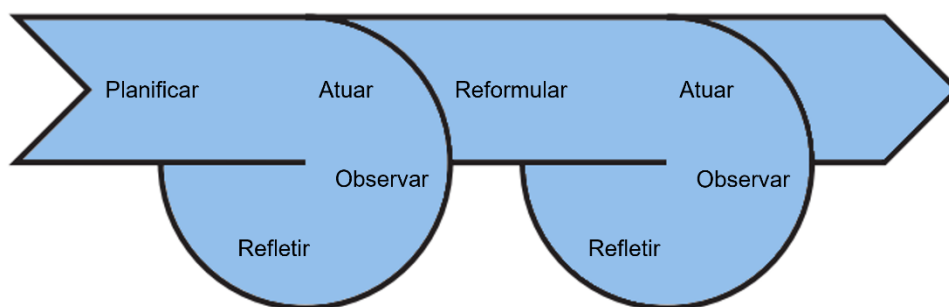


Figura 9 – Representação esquemática de dois ciclos de uma Investigação-Ação (adaptado de Hudson et al., 2006, p.581).

Todo o processo vai depender da situação do problema em si, do contexto em que está inserido e dos intervenientes, tanto do professor como dos alunos. O professor-investigador tem de se permitir ser crítico sobre as suas práticas, para detetar situações a melhorar, aplicar uma observação ainda mais cuidada sobre a aprendizagem dos alunos e tem de ter a capacidade de refletir sobre o sucedido do plano de ação e sobre as possíveis melhorias decorrentes da aplicação do mesmo (Coutinho et al., 2009).

Inerente ao método qualitativo, a análise dos dados obtidos fez-se com recurso a uma análise de conteúdo, ou seja, organização dos mesmos em categorias facilitando a sua posterior interpretação. Aquando da categorização, avaliou-se a informação com vista a detetar possíveis temas, padrões ou palavras em comum que se destaquem sendo, assim, agrupados (Gay et al., 2012f).

3.2 Técnicas e instrumentos de recolha de dados

No sentido de seguir a orientação dos objetivos de investigação, caminhando para responder ao problema inerente à mesma, é necessária uma escolha de técnicas e, posteriormente, instrumentos de recolha de dados que satisfaçam o propósito da

investigação. Sendo assim, devem ser escolhidos os mais adequados (Gay et al., 2012d).

Quanto às técnicas de recolha de dados utilizadas nesta investigação incidiu-se em três: observação, com recurso a uma grelha; análise de registos, com o preenchimento, pelos alunos, de um mapa de conceitos durante o PI; testagem, sob a forma de teste de diagnóstico e teste cognitivo de verificação de aprendizagens, no final da investigação. No que concerne a estas técnicas, os instrumentos utilizados foram elaborados pela investigadora e respetivos orientadores científicos, tendo sido validados e fidelizados antes da sua aplicação.

3.2.1 Grelha de observação

A observação constitui uma técnica de recolha de dados característica do método qualitativo e é uma excelente oportunidade para o professor-investigador recolher dados num ambiente natural, ou seja, sem alterações ou manipulações por parte deste (Cohen et al., 2007c; Gay et al., 2012e). O registo das observações permite realçar e apontar comportamentos não verbais e outros aspetos que nenhuma outra técnica possibilita (Cohen et al., 2007c). Neste PI foram utilizados dois instrumentos de observação: notas de terreno, sob a forma de diário de bordo, em que o observador estava incluído e, portanto, participava no ambiente em estudo, e um grelha de observação, com dados de um observador participante e um segundo que registava sem estar envolvido diretamente na situação (Gay et al., 2012e).

No primeiro instrumento, as notas de terreno sob a forma de diário de bordo, foram anotados aspetos durante o decorrer da investigação, realçando os mais relevantes, breves descrições pertinentes e notas complementares ao segundo instrumento de recolha de dados. Também constam reflexões pessoais e pensamentos que surgiram no decorrer da observação (Gay et al., 2012e). Este instrumento será utilizado para ajudar a interpretar os dados registados no segundo instrumento.

O segundo instrumento, a grelha de observação (Apêndice 1), caracteriza-se por ser uma observação estruturada, ou seja, existem vários parâmetros a detetar e o observador só tem de assinalar, no caso, a forma como cada aluno se manifestou (Cohen et al., 2007c). As duas observadoras, a professora-investigadora e a professora estagiária do mesmo núcleo, que procederam ao registo das observações, de forma independente, estavam presentes na sala de aula onde decorreu a observação e eram uma presença frequente no quotidiano dos alunos observados. Este facto pode mostrar-

-se como uma vantagem, visto que os participantes estão habituados à presença das observadoras, mas, também, a relação existente entre as docentes e os discentes poderá afetar a objetividade desejada para a recolha de dados, tornando-se uma desvantagem.

Com a grelha de observação elaborada pretendeu-se aferir alterações nos comportamentos e atitudes aquando da aplicação das várias etapas do Programa de Intervenção (tabela 3). Para o efeito, definiram-se cinco parâmetros a avaliar: a) *participação*, própria da natureza do ser humano, consiste na interveção ativa enquanto processo da construção do conhecimento (Santos, 2002), incluindo o levantamento de questões pertinentes, a manifestação de uma opinião ou dúvida enquadrada no tema e a resposta a uma questão colocada pela docente; b) *resposta*, aquando do levantamento de uma questão em sala de aula, este parâmetro permite ter a perceção da adequação do raciocínio do aluno; c) *motivação*, apesar de não poder ser observada diretamente, pode ser inferida por atitudes e comportamentos de iniciativa, prontificação para a realização de uma tarefa e empenho na mesma com esforço e persistência (Lourenço & Paiva, 2010; Ribeiro, 2011); d) *presença*, sendo importante para a anotação dos restantes parâmetros e parte integrante dos registos do docente em sala de aula; e) *trabalho de casa*, quando aplicado, para controlar, indiretamente, o sentido de responsabilidade dos alunos no cumprimento de prazos.

Tabela 3 – Parâmetros contidos na grelha de observação referente ao Programa de Intervenção, com respetiva descrição dos níveis de desempenho.

Parâmetro	Níveis de desempenho
Participação	- Muito frequente: o aluno toma decisões, manifesta opiniões e levanta questões pertinentes; quando interpelado responde de forma correta; participa de forma ativa. - Frequente: posição intermédia. - Pouco frequente: o aluno pouco ou nada manifesta a sua opinião nem expõe dúvidas.
Resposta	- Muito adequada: a resposta do aluno vai ao encontro da pergunta que lhe foi dirigida; desenvolve um raciocínio e responde corretamente. - Adequada: o aluno precisa de uma pequena orientação para a sua resposta; desenvolve um raciocínio correto, mas não responde corretamente. - Pouco adequada: não vai ao encontro da questão; não desenvolve um raciocínio para a sua resposta nem responde corretamente.

Motivação	• Muito satisfatória: demonstra muita iniciativa, realiza prontamente as tarefas propostas empenhando-se com esforço, dedicação e persistência. • Satisfatória: posição intermédia. • Pouco satisfatória: não demonstra iniciativa nem inicia a realização de qualquer tarefa.
Presença	• Assíduo e pontual: o aluno compareceu à aula e chegou antes ou aquando do toque de entrada. • Assíduo não pontual: o aluno compareceu à aula, mas chegou atrasado. • Não assíduo: o aluno não compareceu à aula.
Trabalho de casa	• Realizado: o aluno entregou o trabalho de casa feito e dentro do prazo estipulado. • Realizado com atraso: o aluno entregou o trabalho de casa feito, mas fora do prazo estipulado. • Não realizado: o aluno entregou o trabalho de casa em branco ou não o entregou.

3.2.2 Teste cognitivo

O teste é um instrumento que promove um momento formal em sala de aula em que os alunos realizam um trabalho prático de papel e caneta e fornecem ao professor-investigador informação sistematizada relativa à sua perceção acerca de determinado tema, tanto no domínio cognitivo como no domínio atitudinal dos alunos. Para esta investigação foi selecionado o teste cognitivo, uma vez que se pretendia avaliar processos intelectuais, como o raciocínio, a capacidade de memória, a resolução de problemas e capacidade de analisar e aplicar o conhecimento a situações concretas e reais (Gay et al., 2012d).

Numa primeira fase, para detetar os pontos mais e menos fortes dos alunos, inerentes à temática da investigação, foi aplicado um teste de diagnóstico (Gay et al., 2012d). A utilização deste teste serviu para verificar os conhecimentos sobre o assunto e, quando presentes, para detetar possíveis conceções alternativas (Arslan et al., 2012). No final do PI foi aplicado um teste cognitivo de verificação de aprendizagens, pretendendo salientar a eficiência do processo de aprendizagem significativa, o grau de erradicação de conceções alternativas e espelhar os aspetos a manter e a melhorar (Gay et al., 2012d).

Nesta investigação foi empregue um teste de diagnóstico (Apêndice 2) constituído por itens de seleção, dos quais 4 de escolha múltipla, 1 verdadeiro e falso, 1 de correspondência e 1 de ordenação, por duas perguntas de resposta curta e duas

perguntas de resposta extensa. Todas as questões foram cotadas e corrigidas segundo a sua tipologia e critérios próprios (Apêndice 2). As questões de escolha múltipla foram cotadas com 5 pontos; as de verdadeiro e falso foram cotadas com 10 pontos, distribuídos pelo total de espaços a completar; a de correspondência foi cotada com 10 pontos, distribuídos pelo total de correspondências; a questão de ordenação foi cotada para 10 pontos, dos quais 2 eram atribuídos a quem completasse corretamente a sequência; as questões de resposta curta foram cotadas com 10 pontos e as de resposta extensa com 15 pontos.

O teste cognitivo para verificação de aprendizagens (Apêndice 3) consistia num grupo que fazia parte integrante do teste de avaliação sumativa do terceiro período. Esse grupo era constituído por duas questões de escolha múltipla, uma de ordenação, uma de correspondência, uma de resposta curta e outra de resposta longa, totalizando 6 questões. Todas as perguntas foram cotadas e corrigidas segundo a sua tipologia e critérios próprios (Apêndice 3). As questões de escolha múltipla foram cotadas com 5 pontos; a de correspondência foi cotada com 5 pontos, distribuídos pelo total de correspondências; a questão de ordenação foi cotada para 5 pontos, distribuídos pela sequência; a questão de resposta curta foi cotada com 4 pontos e a de resposta extensa com 6 pontos.

Em ambos os casos, era atribuída a totalidade da cotação quando o aluno selecionava ou escrevia uma resposta de acordo com os critérios de correção, em caso de resposta incorreta não eram atribuídos quaisquer pontos e, nas questões de resposta curta ou extensa, ao verificar-se uma resposta incompleta eram atribuídos os pontos consoante as tabelas elaboradas para cada uma delas. Todas as classificações, para efeitos de apreciação global dos resultados, foram convertidos para o seu correspondente qualitativo que, no caso do teste diagnóstico, corresponde ao apresentado aos alunos.

3.2.3 Mapa de conceitos

Em meados do século XX, na Cornell University, em Nova Iorque, foi desenvolvida uma estratégia com vista à promoção da aprendizagem significativa por Joseph Novak e D. Bob Gowin, em 1984, que conquistou os professores de medicina. Nos anos que se seguiram, os mapas de conceitos despertaram o interesse de outras faculdades de medicina e surgiu a ideia de serem implementados como estratégias de promoção do processo de aprendizagem (Pinto & Zeitz, 1997).

Podem ser divididos em mapas mentais e mapas de conceitos, em que ambos permitem a visualização de todas as ideias/conceitos e as suas relações (Vasconcelos et al., 2019). Os mapas de conceitos estimulam o conhecimento conceptual através da aprendizagem de conceitos e da retenção rápida de informação importante, organizando-os e representando-os conectados por palavras-chave. São usados para promover aprendizagens significativas, desenvolver a capacidade de análise e promover a organização hierárquica de ideias, contribuindo para a motivação e interesse dos alunos (Rehman, Siddiqi & Baig, 2019). A sua utilização tem demonstrado que são extremamente úteis e ótimos aliados ao processo de aprendizagem (Pinto & Zeitz, 1997), principalmente na promoção da mudança conceptual uma vez que ajudam a diagnosticar concepções alternativas e a reconstruir o conhecimento dos alunos (Vasconcelos et al., 2019).

Os mapas de conceitos consistem num arranjo organizado de conceitos, normalmente incluídos dentro de círculos ou retângulos, ligados uns aos outros através de setas associadas a palavras de ligação, podendo estar restritas a um verbo ou proposição, entre os diferentes conceitos. Possuem um arranjo hierárquico onde os conceitos mais inclusivos se localizam numa posição superior do mapa e, à medida que se percorre as ligações, vai aumentando a especificidade dos mesmos, seguindo uma estrutura de *top-down* (do topo para a base). As relações podem não ser exclusivamente lineares havendo a possibilidade de assinalar, através de setas com palavras de ligação, relações cruzadas entre conceitos de diferentes áreas do mapa (Novak & Cañas, 2006; Vasconcelos et al., 2019). Com o aumento da sua aplicabilidade no ensino, a estrutura hierárquica foi sendo moldada tornando o arranjo do mapa de conceitos mais descontraído e com uma organização menos restrita (Vasconcelos et al., 2019).

O mapa de conceitos utilizado nesta investigação (Apêndice 4), constou no preenchimento, pelos alunos e de forma individual, dos espaços em branco do mapa como trabalho de casa, dada a escassez de tempo para a realização de todas as atividades do PI. Com a utilização deste instrumento pressupunha-se que os alunos desenvolvessem as suas capacidades de seleção e organização de informação de forma cada vez mais autónoma, como sugerido pelas aprendizagens transversais do 7º ano de escolaridade, contidas na tabela 1 (capítulo 1).

3.3 Validade e fidelidade dos instrumentos

A validade e a fiabilidade dos instrumentos de recolha de dados, antes da década de 1970, estava intrinsecamente associada aos estudos quantitativos. Porém, a partir dessa data, sentiu-se a necessidade de justificar e defender a precisão e credibilidade das investigações segundo o método qualitativo (Gay et al., 2012e).

A validade de um instrumento de recolha de dados tem em consideração o grau de precisão com que este mede o que se pretende medir, permitindo interpretações apropriadas dos resultados obtidos (Cohen et al., 2007b; Gay et al., 2012d). Numa recolha de dados qualitativos pressupõe-se que esteja representada na honestidade, profundidade e riqueza que foi possível alcançar com recurso àquele instrumento (Cohen et al., 2007b). A fiabilidade equivale ao grau de consistência com que a medição efetuada por um teste vai de encontro ao que está a ser medido (Gay et al., 2012d). Tendo em conta a verificação destes dois critérios, quanto mais válido e fiel for o instrumento de recolha de dados, mais válidos e fiéis serão os resultados, ou seja, aplicado em amostras e contextos semelhantes serão obtidos resultados semelhantes (Gay et al., 2012d).

Todos os instrumentos utilizados nesta investigação para recolha de dados (a grelha de observação, o mapa de conceitos, o teste de diagnóstico e o teste de verificação de aprendizagens) foram validados pelos dois orientadores científicos da IPP e pela professora cooperante. O processo de validação e fidedignidade acentou em revisão de literatura, e uma análise de conteúdo pelo painel de avaliadores referido.

3.4 Caracterização da amostra

Como característico dos estudos qualitativos, a amostra não é representativa da população, tratando-se de uma amostra de conveniência (Gay et al., 2012c). Uma vez que foram sujeitos a esta investigação apenas alunos de três turmas da escola em que a professora-investigadora está a realizar a IPP e a PES, esta não adquire peso probabilístico e, por isso, os resultados serão apenas indicadores, ao invés de verdades absolutas, e não serão passíveis de generalização (Gay et al., 2012e).

Esta investigação foi realizada num conjunto de três turmas do sétimo ano de escolaridade de uma escola pública, básica e secundária, na cidade do Porto. Duas das turmas eram constituídas por 28 alunos, uma com 9 alunas e 19 alunos e a segunda com 16 alunas e 12 alunos; a terceira turma apresentava 27 alunos, dos quais 15 eram

raparigas e 12 rapazes. No total dos 83 discentes estão representadas 40 alunas e 43 alunos, com idades compreendidas entre os 12 e os 14 anos e com registo de apenas uma retenção em anos anteriores, devido a mudança de país.

Capítulo 4. Programa de Intervenção

Por forma a responder ao problema de investigação, enunciado no capítulo 1, e com base no enquadramento teórico e metodológico apresentados anteriormente, foi elaborado e implementado este Programa de Investigação.

Posto isto, neste capítulo está contida a descrição e planificação dos recursos educativos construídos, e respetiva aplicação, no decurso de duas aulas de Ciências Naturais, num total de pelo menos 300 minutos, sendo mais de 100 minutos por turma.

4.1 Planificação e recursos educativos

Intitula-se de planificação a antecipação de algo que se pretende fazer e os respetivos preparativos, assegurados por um enumerado de etapas essenciais à sua concretização (Santos et al., 2016). Segundo Cortesão (1993, em Santos et al., 2016), é uma tarefa que exige muita dedicação, estudo e capacidade de articulação e reflexão, pertencendo ao professor a difícil tarefa de selecionar e organizar o que pretende apresentar aos alunos e de que forma, recorrendo à sua criatividade, e por forma a estimular a motivação dos alunos. A planificação deve ser coerente, estabelecer uma sequência de acontecimentos, estar adequada à temática da aula e ano de escolaridade e tem de ser flexível, facilitando uma rápida resposta a imprevistos. Uma planificação bem construída é a chave para o sucesso da aula, dos alunos e do professor (Santos et al., 2016).

Neste sentido, e para desenvolver o Programa de Intervenção, foram realizadas duas planificações de aula (Apêndice 5), onde foram discriminadas todas as etapas de desenvolvimento das mesmas, bem como as tarefas solicitadas aos alunos. Estas incluíam, também, as aprendizagens essenciais inerentes ao tema em desenvolvimento, o campo conceptual, os recursos utilizados em cada aula, os momentos de avaliação e um cronograma das estratégias de trabalho propostas. Para a operacionalização deste PI foram utilizados vários recursos educativos, tais como: o teste de diagnóstico (Apêndice 2), a apresentação multimédia da primeira aula (Apêndice 6) e a da segunda aula (Apêndice 7), o mapa de conceitos (Apêndice 4) e o teste cognitivo de verificação de aprendizagens (Apêndice 3).

Em todos os recursos foi tida em conta a escolha da linguagem, as imagens e textos e as apresentações multimédia foram organizadas de forma a contextualizar e sistematizar algumas informações científicas relacionadas com o tema.

O teste de diagnóstico (Apêndice 2) foi construído de forma a fazer o levantamento da existência de possíveis concepções alternativas existentes e saber qual o nível de conhecimento acerca do tema. No mapa de conceitos (Apêndice 4), fornecido aos alunos na segunda aula, a investigadora optou por preencher as palavras-chave de cada ramo e não fornecer os restantes conceitos, dado o intuito de estimular a organização e sistematização de forma cada vez mais autónoma e da resposta motivacional recebida por parte dos alunos. No final deste PI, foi aplicado um teste cognitivo para verificação de aprendizagens (Apêndice 3) para o propósito a que se destina: verificar se houve construção de aprendizagens e mudança conceptual.

4.2 Aplicação do Programa de Intervenção

A aplicação do PI desta investigação decorreu entre os dias 13 e 27 de maio de 2021. A sua concretização ocorreu nas aulas de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade de três turmas de uma escola secundária da cidade do Porto, baseada nas planificações de aula (Apêndice 5) elaboradas pela professora-investigadora. Tendo em conta que a investigação seguia uma metodologia de Investigação-Ação, ao longo das duas aulas de cada turma foram tidas em consideração 5 etapas: 1) investigação para diagnóstico do problema; 2) planificação de uma ação; 3) desenvolvimento da ação; 4) observação e registo do desenvolvimento da ação; 5) reflexão do sucedido.

Na primeira aula tiveram lugar as quatro primeiras etapas da Investigação-Ação. Apesar da planificação da aula (etapa 2) ter antecedido o diagnóstico do problema (etapa 1), esta foi ajustada ao longo dos 50 minutos. A aula iniciou-se com o registo do sumário no caderno diário e, logo de seguida, os alunos foram submetidos a um teste diagnóstico (Apêndice 2) com o intuito de diagnosticar conhecimentos prévios sobre as temáticas científicas a abordar ao longo do PI e averiguar possíveis concepções alternativas a trabalhar, ou seja, diagnosticar o problema a incidir. Posteriormente, desenrolou-se a etapa 3 com apoio num modelo de ensino expositivo, incentivado pelas medidas de contingência adotadas pela escola em questão, e recurso a uma apresentação multimédia (Apêndice 6). Nesta etapa foi introduzido o tema e os novos conceitos, com ativa promoção do questionamento e desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos e mediação de pequenas discussões que iam surgindo, por parte da investigadora. Durante a exposição foram, também, levantados alguns conceitos importantes, registados no quadro à medida que eram abordados. De realçar que, durante o desenvolvimento da ação, estavam a ser observados os parâmetros descritos na grelha de observação (Apêndice 1).

Na segunda aula foi dada continuidade à exposição, com recurso à apresentação multimédia elaborada para o efeito (Apêndice 7). Em primeiro lugar, a investigadora optou por fazer uma breve revisão dos conceitos introduzidos na aula anterior e dar a conhecer os processos de fossilização com recurso a um vídeo do *YouTube*, previamente verificado pela investigadora e com linguagem adequada ao ano de escolaridade em questão. Retomando a apresentação multimédia, o levantamento dos conceitos mais importantes continuou, bem como a mediação das trocas de ideias que se geravam. Para facilitar a perceção do processo de fossilização por moldagem a investigadora utilizou uma concha e o seu molde interno e externo, feitos em barro, (figura 10) para dar significado aos conceitos e concretizá-los.



Figura 10 – Concha utilizada como exemplo e respetivos molde interno (imagem superior) e molde externo (imagem inferior).

Ainda na segunda aula, procedeu-se à entrega do mapa de conceitos (Apêndice 4) que, devido ao entusiasmo de todos, teve de ser maioritariamente preenchido em casa (figura 11). A conclusão deste instrumento foi registada na grelha de observação.

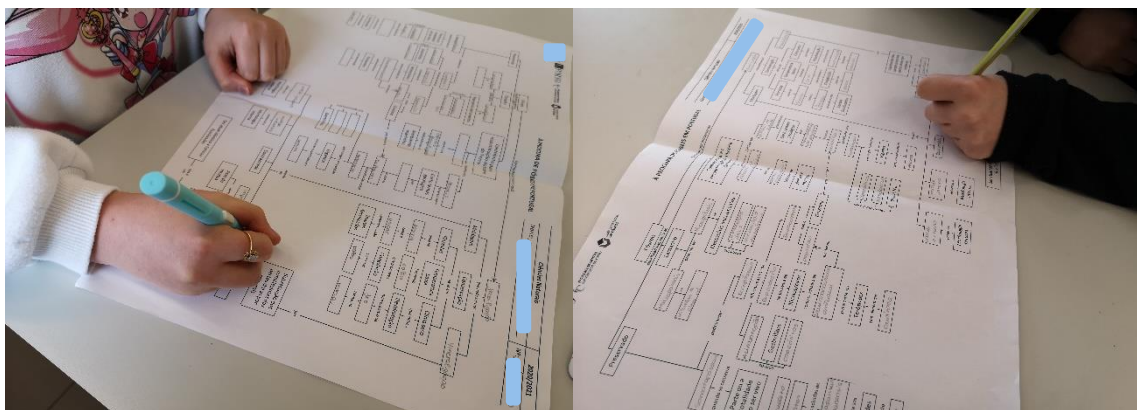


Figura 11 – Alunos a preencher o mapa de conceitos em sala de aula.

A aplicação do último instrumento de recolha de dados, o teste cognitivo de verificação de aprendizagens (Apêndice 3), deu-se no momento de avaliação sumativa dos alunos, estando inserido no mesmo. Por este motivo não consta em nenhuma das duas planificações de aula. O registo do parâmetro trabalho de casa na gelha de observações ocorreu na aula seguinte à segunda aula do PI.

Para concluir as etapas da Investigação-Ação, a reflexão da ação teve lugar no final de cada aula de cada turma e, fruto da análise dos resultados, será apresentada no Capítulo 5, destinado à apresentação e discussão dos mesmos.

Capítulo 5. Resultados e discussão

Neste capítulo apresentam-se os dados recolhidos, com cada um dos instrumentos utilizados para esse fim, analisados com recurso a uma análise de conteúdo. Posteriormente, segue-se a discussão dos dados, no sentido de retirar ilações capazes de auxiliar a prática docente.

A análise de conteúdo consiste na organização dos dados em categorias, facilitando a sua posterior interpretação (Gay et al., 2012f). À semelhança da estatística, tem como objetivo sintetizar e diminuir a quantidade de informação disponível para facilitar a interpretação das principais tendências e de possíveis padrões presentes nos dados (Lima, 2014).

5.1 Resultados

Para facilitar a sua análise, os resultados serão apresentados por instrumento de recolha utilizado na investigação.

5.1.1 Grelha de observação

Como mencionado, anteriormente, aquando da aplicação do PI, duas observadoras registaram, de forma independente, o desempenho dos alunos durante cada uma das aulas. Face à similaridade dos registos, apresenta-se apenas um valor para cada descritor de cada parâmetro, facilitando a sua interpretação.

A grelha de observação compreende cinco parâmetros, descritos anteriormente no subcapítulo 3.2, que foram definidos e selecionados por serem fatores condicionantes do ambiente de sala de aula e das próprias aprendizagens.

Para a análise dos resultados, o primeiro parâmetro a ter-se em conta foi a presença dos alunos nas aulas onde foi aplicado o PI. A amostra distribuiu-se por três níveis distintos: assíduo e pontual, no caso dos alunos que compareceram e estavam na sala de aula a tempo do seu início; não pontual, referindo-se aos alunos que compareceram, mas chegaram à sala depois da aula começar; não assíduo, considerando-se os alunos que não estiveram presentes na aula. As frequências absolutas de cada uma das aulas estão representadas na figura 12.

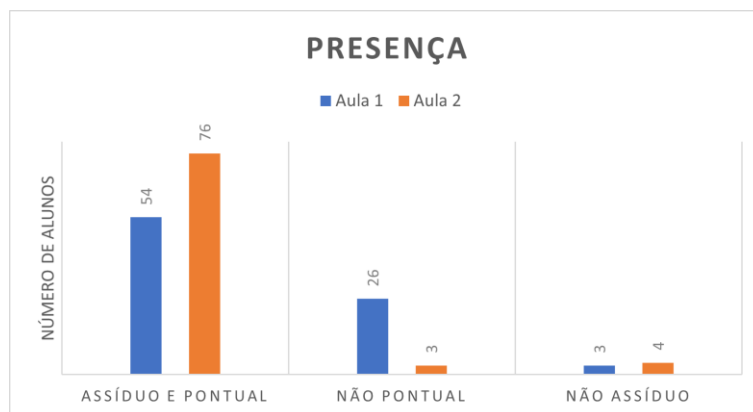


Figura 12 – Resultados da observação do parâmetro presença em cada uma das aulas do PI.

Da amostra inicial de 83 alunos, na primeira aula só foram registados 80 e a segunda aula foi assistida por apenas 79. Apesar desta diferença, é notório o aumento da pontualidade dos alunos na segunda aula (76 alunos) relativamente à primeira (54 alunos).

O segundo parâmetro a considerar foi a motivação. Os três níveis da distribuição da amostra foram relativos ao comportamento e atitudes dos alunos face às aulas em questão. Esta foi dividida em muito satisfatória, satisfatória e pouco satisfatória e as frequências absolutas, de cada uma das aulas, estão representadas no gráfico da figura 13.

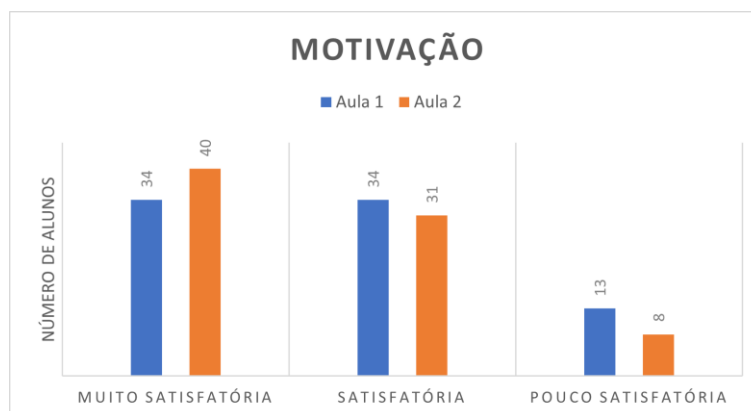


Figura 13 – Resultados da observação do parâmetro motivação em cada uma das aulas do PI.

A aplicação do PI motivou, em geral, os alunos evidenciando, mais uma vez, um aumento de 34 para 40 alunos no nível muito satisfatório e diminuindo no nível pouco satisfatório de 13 para 8 alunos, da primeira para a segunda aula. Apesar da diminuição do número de alunos com nível mediano, ao juntar o nível satisfatório com o muito satisfatório, passa-se de 68 alunos na primeira aula para 71 na segunda.

Analizou-se, de seguida, o parâmetro relativo à participação dos discentes. Neste caso, os três níveis referiram-se à frequência com que se verificou esta tomada de iniciativa. As frequências absolutas, de cada uma das aulas, estão registadas na figura 14.

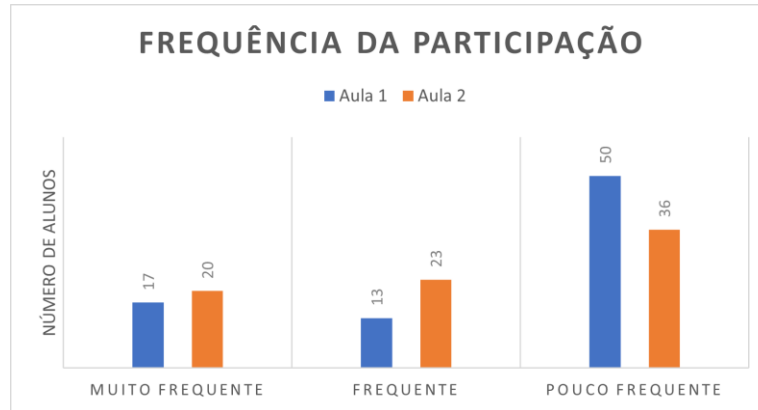


Figura 14 – Resultados da observação do parâmetro participação em cada uma das aulas do PI.

Mais uma vez, a tendência foi de aumentar o nível de elevada frequência, de 17 para 20 alunos, bem como o de frequência mediana, de 13 para 23 alunos que, por sua vez, fez baixar a reduzida frequência de 50 para 36 alunos.

Para comparação das duas aulas, o último parâmetro a ter em conta foi a qualidade da resposta dada, aquando da participação dos discentes. O gráfico da figura 15 ilustra as frequências absolutas das duas aulas observadas.

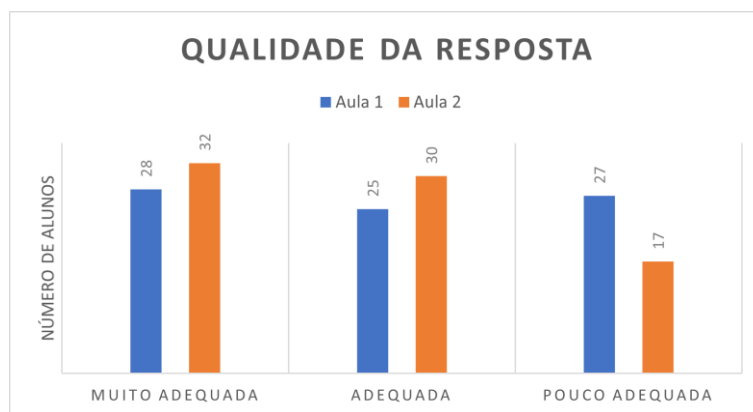


Figura 15 – Resultados da observação do parâmetro resposta em cada uma das aulas do PI.

Os dados revelam, mais uma vez, um predomínio da frequência de uma resposta muito adequada, face aos restantes, com 28 alunos na primeira aula e 32 na segunda. Também o nível de uma resposta adequada sofreu um aumento de 25 alunos na primeira aula para 30 na segunda. Apesar do balanço da frequência da participação

(figura 14) tender para, na primeira aula, a maioria da amostra ser pouco participativa, as respostas mostram-se adequadas a muito adequadas ao contexto da sala de aula.

Restrito apenas à grelha de observação da segunda aula, o último parâmetro foi o trabalho de casa. Neste, registou-se a frequência absoluta de alunos que o realizou dentro do tempo previsto, depois do prazo e que não realizou qualquer atividade, apresentando-se no gráfico da figura 16.

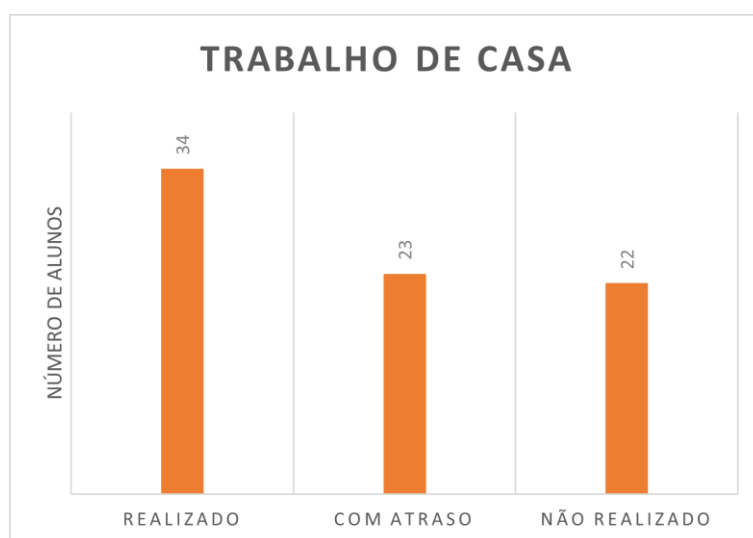


Figura 16 – Resultados da observação do parâmetro trabalho de casa na aula após a aplicação do PI.

Dos 79 alunos que marcaram presença na segunda aula, e aos quais foi proposta uma atividade para realizarem em casa, 57 cumpriram com a tarefa. Destes, 34 entregaram dentro do prazo estipulado enquanto que 23 não cumpriram com o tempo proposto.

Com uma análise comparativa entre as duas aulas no decorrer do PI, tornou-se evidente que as atividades desenvolvidas e os conteúdos abordados provocaram mudanças comportamentais e atitudinais nos alunos, sem necessitar de outras comparações.

5.1.2 Teste de diagnóstico

Como mencionado anteriormente, os alunos, no início da aplicação do PI, foram submetidos a um teste cognitivo para diagnóstico de conhecimentos prévios e levantamento de possíveis conceções alternativas. Da amostra inicial de 83 alunos, apenas 78 foram submetidos a este instrumento devido a atrasos significativos à aula da sua aplicação e a falta de comparência na mesma.

O desempenho dos alunos neste instrumento dividiu-se em três níveis distintos: não satisfaz, para classificações inferiores a 50 pontos; satisfaz, até aos 69 pontos; satisfaz bastante, a partir dos 70 pontos. A frequência absoluta da distribuição das classificações dos alunos está ilustrada no gráfico da figura 17.

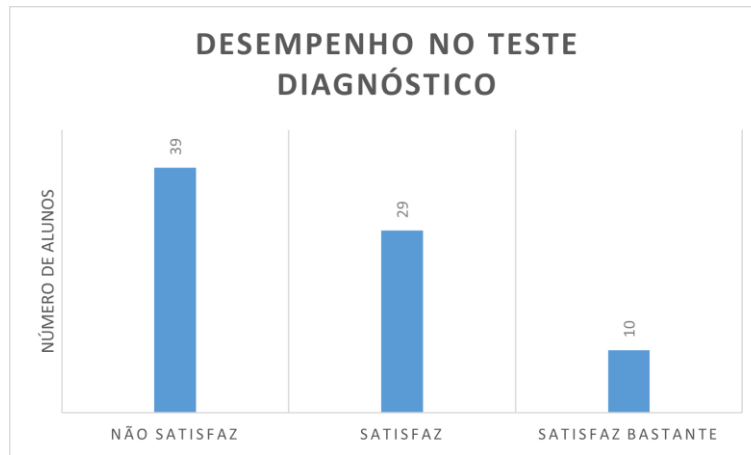


Figura 17 – Desempenho dos alunos no teste diagnóstico antes da aplicação do PI.

Após análise global das questões contidas no teste de diagnóstico, 39 alunos não possuíam conhecimentos satisfatórios relativos à temática, 29 alunos tinham um nível satisfatório e 10 alunos espelharam conhecimentos de forma bastante satisfatória. Contudo, uma análise mais concreta às respostas obtidas pelos discentes oferece, de forma mais clara, o panorama real e o propósito do uso deste instrumento.

Com a primeira questão (Q1) deste instrumento (Apêndice 2) esperava-se que os alunos associassem Paleontologia a uma ciência e, posteriormente, mencionassem o objeto em estudo que, no caso, são os fósseis. A grande maioria dos alunos foi bem sucedida nesta questão, de que é exemplo a resposta da figura 18.

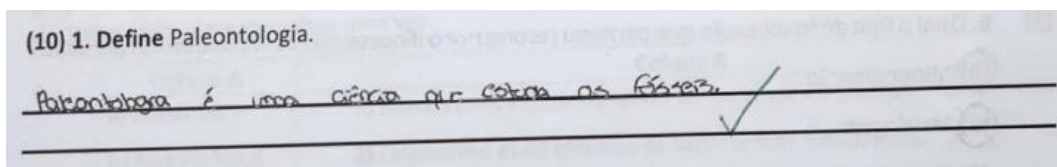


Figura 18 – Exemplo de uma resposta correta, para este nível etário, de um elemento da amostra à Q1.

Contudo, alguns alunos, com possível influência do texto, ou não, associaram estes seres antigos exclusivamente aos lagartos impressionantes do Mesozoico: os dinossauros (figura 19). Note-se que, para além do texto do enunciado (Apêndice 2) não fora feita até à data nenhuma menção, em sala de aula, aos dinossauros como sendo fósseis.

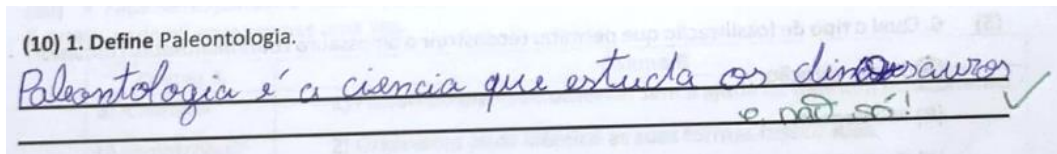


Figura 19 – Exemplo de uma resposta de um aluno à Q1 que menciona apenas os dinossauros.

No que concerne à segunda questão (Q2), os alunos atingiram, por norma, pelo menos um dos tópicos de resposta (Apêndice 2), isto é, associam a um resto ou vestígio de um ser vivo ou organismo que habitou a Terra há muito tempo e que ficou registado em rochas ou estratos. Contudo, denota-se um nível crescente de construção do pensamento, iniciando pela associação a um resto ou vestígio de um ser vivo (figura 20A), depois a associação temporal (figura 20B) e, por último, a preservação no registo litológico (figura 20C).

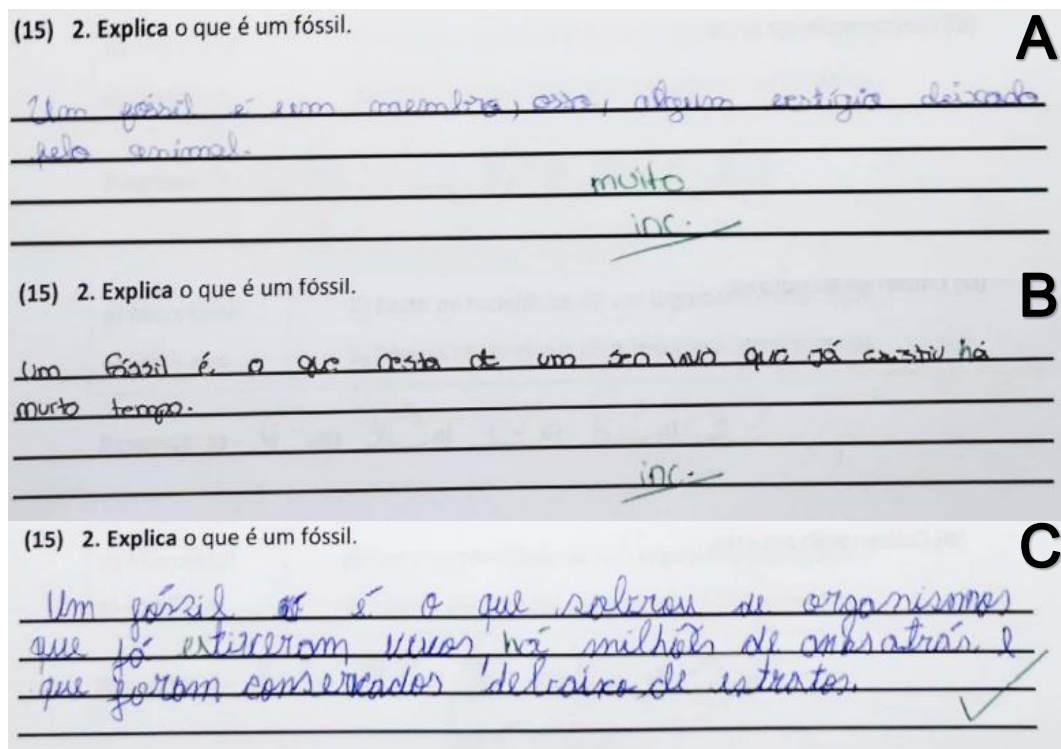


Figura 20 – Exemplos da evolução da construção da resposta à Q2, do mais simples (A) para o mais complexo (C), por três discentes.

Porém, constatou-se, também, que a noção temporal não é igual em todos os alunos da amostra e, ao mesmo tempo, fortemente influenciada pelas noções temporais abordadas na disciplina de História. Sendo assim, verificou-se menções a animais pré-históricos (figura 21). A professora-investigadora, nestes casos, optou por deixar em aberto a possibilidade dos fósseis serem referentes ao tempo histórico delimitado,

deixando uma nota de que a sua existência pode ser ainda mais antiga do que a história do ser humano.

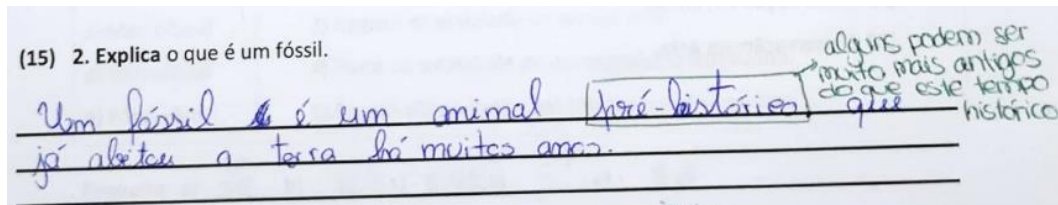


Figura 21 – Referência à pré-história como sendo o marco temporal de onde provêm os fósseis na resposta à Q2 de um aluno.

A terceira questão (Q3) de diagnóstico era, à semelhança das anteriores, de resposta escrita, mas curta. Pretendia-se que os alunos separassem a informação contida no texto, relativa aos exemplares fósseis contidos no museu, em três categorias: dentes, ossos e ovos. Destas, era pedido para escolherem apenas duas (figura 22).

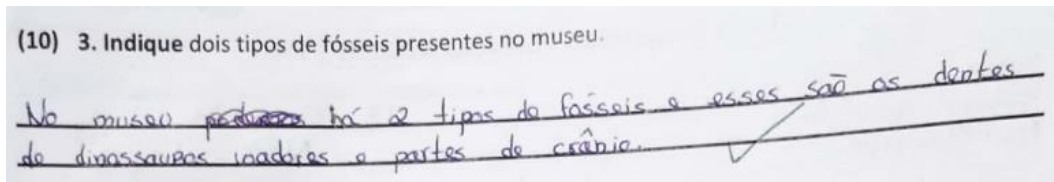


Figura 22 – Escolha de um aluno de duas das três categorias dos fósseis contidos no museu para dar resposta à Q3.

Por vezes, era mencionado dois ossos diferentes, como os do crânio e de membros, e, sendo assim, a resposta correspondia somente à presença de um dos tópicos de correção da questão (figura 23).

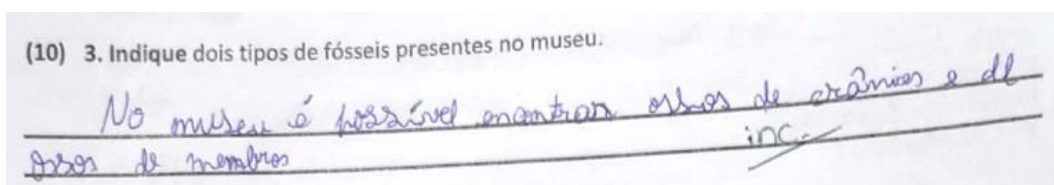


Figura 23 – Menção de apenas uma das três categorias dos fósseis contidos no museu para dar resposta à Q3 por um aluno.

Quando necessário, e visto não fazer parte dos conteúdos programáticos noções de nomenclatura, a professora-investigadora deixava um comentário com as indicações de como proceder da próxima vez que encontrassem o nome de uma espécie e necessitassem de o escrever. Desprezando a associação de *Lourinhanosaurus antunesi* a um dinossauro voador, derivado de uma interpretação menos boa do texto, na figura 24 está ilustrado um dos momentos de literacia científica a destacar na correção da Q3.

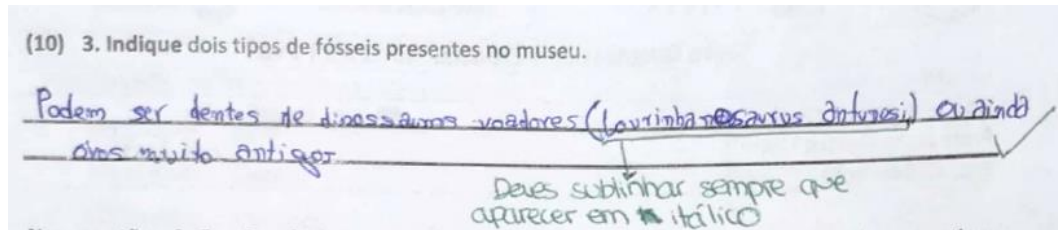


Figura 24 – Esclarecimento de nomenclatura para potenciar a literacia científica na resposta de um aluno à Q3.

Quanto às primeiras questões de escolha múltipla, Q4, Q5 e Q6, obteve-se, como previsto, na maioria dos casos, as respostas corretas. Na Q4, os alunos mobilizaram conhecimentos do domínio das rochas sedimentares, associando os arenitos à sua classificação como rochas sedimentares detríticas consolidadas. Relativamente à Q5, a amostra confrontou-se com a classificação dos dinossauros, escolhendo a classe de vertebrados onde melhor se enquadrariam, respondendo, quase por unanimidade, a classe dos répteis. Com a Q6 pretendia-se aferir conhecimentos relativos a processos de fossilização, por parte da amostra. Alguns alunos classificaram corretamente como sendo a mineralização o processo de fossilização responsável pela preservação do esqueleto, dos restantes apresentados.

De seguida, alterou-se a tipologia para uma questão de ordenação. Na Q7 pretendia-se que os alunos ordenassem corretamente uma sequência de quatro imagens, que ilustravam o processo de fossilização do esqueleto de um vertebrado. Um exemplo da correta ordenação está ilustrado na figura 25.

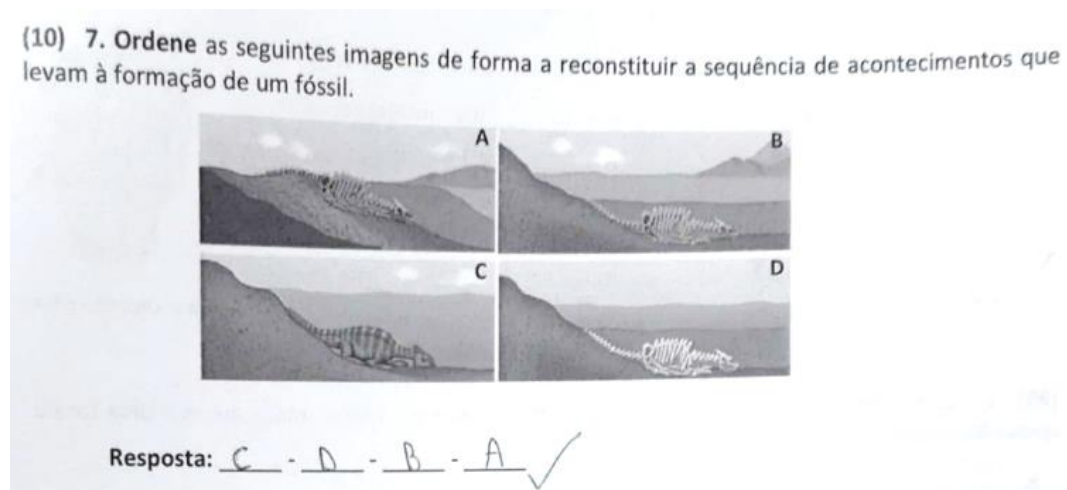


Figura 25 – Exemplo de uma resposta correta de um discente à Q7.

Dado o desconhecimento do processo de fossilização, para além da resposta ilustrada na figura 25, destacaram-se duas com igual frequência. A primeira (figura 26A)

consistiu na troca da letra D pela letra B, pela similitude entre o esqueleto do animal e o seu fóssil. A segunda (figura 26B) refere-se à troca da letra A pela letra D, indicando noções de que os fósseis têm de ser escavados para serem encontrados e, por isso, a sequência terminar com o esqueleto debaixo do solo.

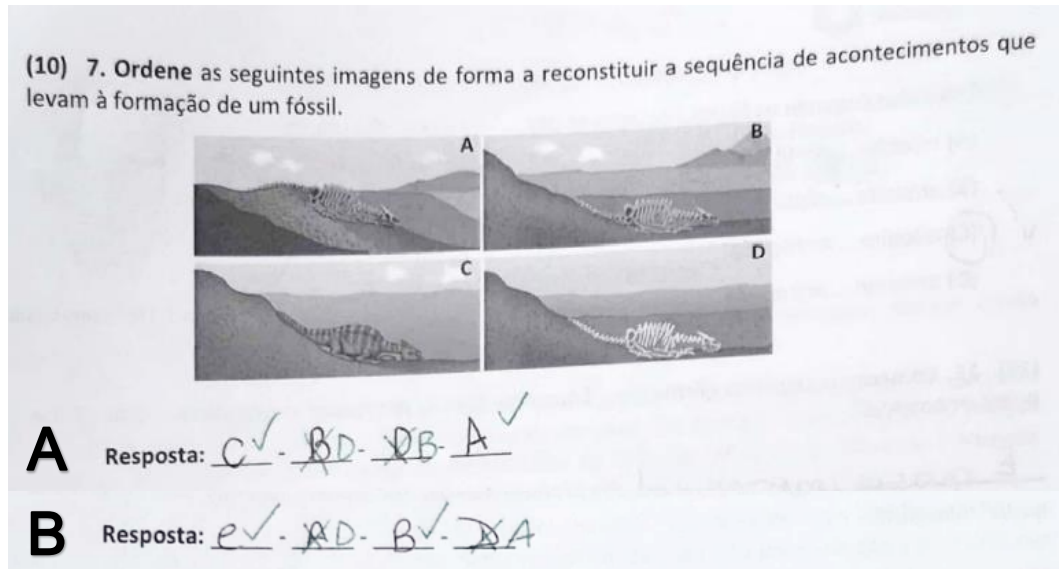


Figura 26 – Resposta de alunos à Q7 onde ocorre troca da letra D pela letra B (A) e da letra A pela D (B).

Introduziu-se uma nova tipologia de pergunta na questão 8 (Q8): verdadeiro e falso. Nesta questão apresentaram-se cinco afirmações com ideias que, por normal, surgem associadas a alguns dos conceitos em estudo. A grande maioria dos alunos correspondem ao previsto, isto é, classificaram corretamente a maioria das afirmações e outros a totalidade (figura 27).

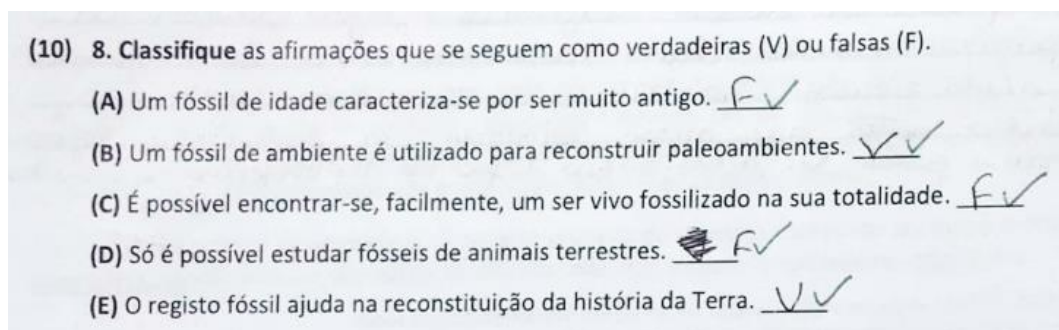


Figura 27 – Exemplo de uma resposta correta de um aluno à Q8.

A afirmação que obteve menos sucesso na sua classificação dizia respeito à perceção do conceito de fóssil de idade (figura 28), confundindo o termo idade com a noção de ser antigo.

(10) 8. Classifique as afirmações que se seguem como verdadeiras (V) ou falsas (F).

(A) Um fóssil de idade caracteriza-se por ser muito antigo. XF

(B) Um fóssil de ambiente é utilizado para reconstruir paleoambientes. V ✓

(C) É possível encontrar-se, facilmente, um ser vivo fossilizado na sua totalidade. F ✓

(D) Só é possível estudar fósseis de animais terrestres. F ✓

(E) O registo fóssil ajuda na reconstituição da história da Terra. V ✓

Figura 28 – Incorreta classificação da primeira afirmação por um aluno na Q8.

De seguida, na questão 9 (Q9), apresentou-se à amostra uma questão de correspondência, onde foram indicados vários conceitos e pedida a associação à frase correta que os definisse. Não sendo a resposta mais frequente, alguns alunos completaram, com sucesso, o exercício (figura 29A). A troca mais frequente cingiu-se ao conceitos a) e e) e às afirmações 2 e 3 (figura 29B).

(10) 9. Faça **corresponder** a cada afirmação da coluna A, a respetiva definição, que consta da coluna B. Utilize cada número apenas uma vez.

Coluna A	Coluna B
a) Icnofóssil	~~1)~~ Fósseis possíveis de observar sem a ajuda de nenhum instrumento.
b) Somatofóssil	~~2)~~ Organismo atual idêntico às suas formas fossilizadas.
c) Macrofóssil	3) Registo da atividade de um ser vivo.
d) Microfóssil	4) Parte ou totalidade de um organismo fossilizado.
e) Fóssil vivo	5) Fósseis observáveis com recurso a instrumentos.

A Resposta: a) - 3 ✓; b) - 4 ✓; c) - 1 ✓; d) - 5 ✓; e) - 2 ✓

B Resposta: a) - 2 ³; b) - 4 ✓; c) - 1 ✓; d) - 5 ✓; e) - 1 ~~2~~

Figura 29 – Exemplo de alunos com correta correspondência dos conceitos à respetiva afirmação (A) e troca mais frequente (B) na Q9.

Das questões de resposta de escolha múltipla, a de menores expectativas, por parte da investigadora, era a questão 10 (Q10), visto apresentar um ser vivo cuja probabilidade de ser desconhecido para a grande maioria dos alunos seria elevada. Para alguns alunos a associação da figura a uma trilobite foi bem sucedida e uma pequena parte também alcançou a classificação desta como sendo um artrópode. Contudo, esta questão, pelas razões acima mencionadas, foi a que obteve uma menor quantidade de respostas certas.

Por último, a questão 11 (Q11) volta a ser de resposta escrita e extensa. De todas as questões de desenvolvimento, esta apresentou-se como a que possuiu menor número de respostas e, destas, muito poucas cumpriram os três tópicos de resposta (Apêndice 2). A associação mais frequente prendeu-se com o primeiro tópico: relacionar a formação de rochas magmáticas com elevadas temperaturas ou a sua origem no magma. Muitos alunos também desenvolveram a consequência dessas temperaturas, ou seja, a destruição do fóssil. Contudo, não relacionam com a afirmação em causa, deixando incompleto o terceiro tópico (figura 30).

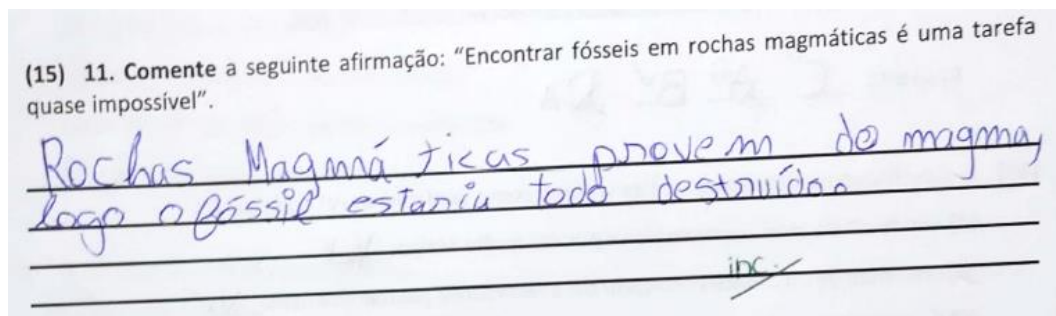


Figura 30 – Exemplo de um aluno com correta linha de pensamento sem relacionar com a afirmação em causa na Q11.

Efetivamente, algumas respostas à Q11 apresentaram raciocínios muito bons e pleno conhecimento acerca das rochas magmáticas, realçando-se a capacidade de transferência desses mesmos conhecimentos para um novo tema. Este admirável trabalho encontra-se ilustrado por duas excelentes respostas na figura 31.

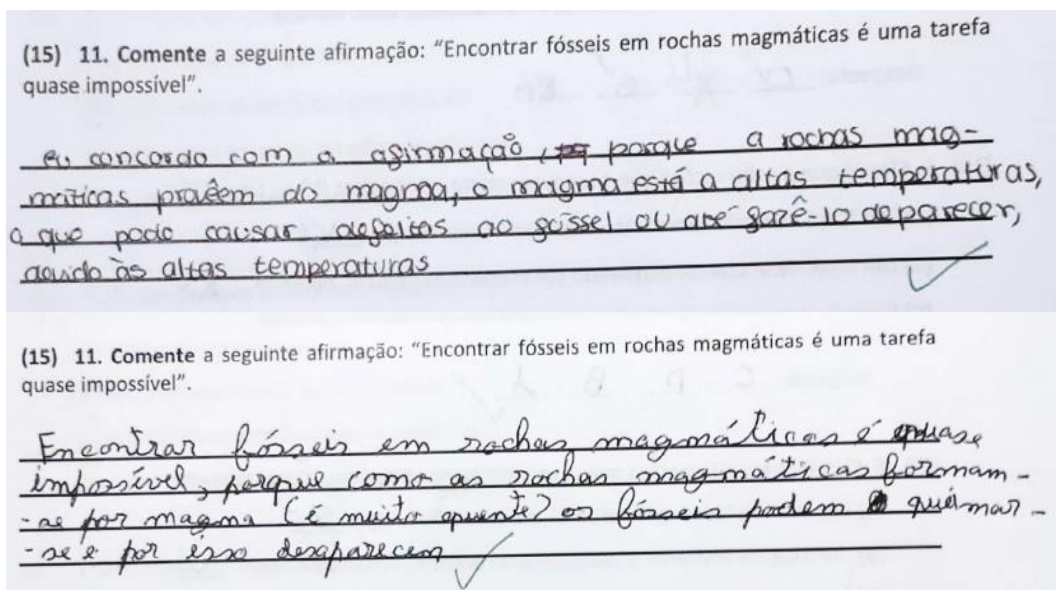
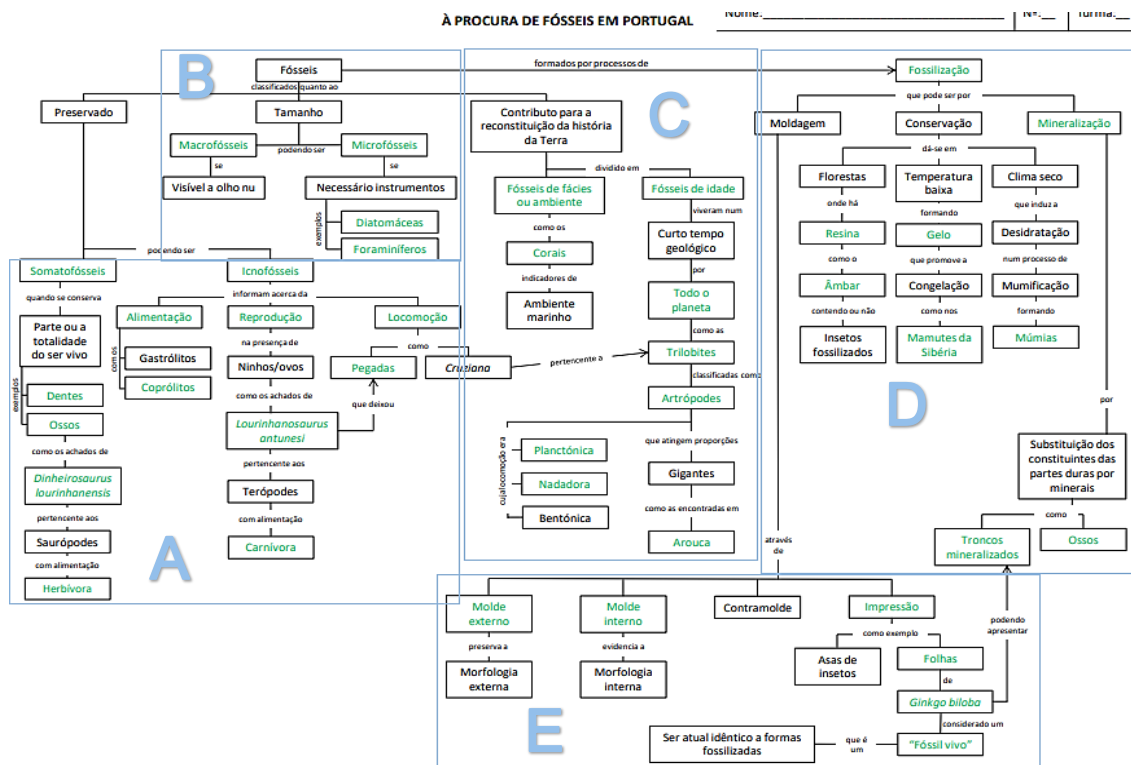


Figura 31 – Dois exemplos de alunos cuja resposta cumpre os três tópicos da Q11.

Resumidamente, o resultado da aplicação do teste de diagnóstico nesta amostra mostrou-se deveras interessante e superou as expectativas da investigadora. É de salientar que a amostra se mostrou conhecedora, de uma forma geral, da temática a operacionalizar durante a aplicação do PI. Contudo destacaram-se duas conceções a trabalhar: a associação ou, por vezes, confusão entre fósseis e dinossauros e a noção de tempo geológico, para além do tempo histórico já dominado pelos discentes da amostra.

5.1.3 Mapa de conceitos

Após a aplicação do Programa de Intervenção propôs-se à amostra o preenchimento de um mapa de conceitos (Apêndice 4) relativo à temática abordada nas duas aulas. Como mencionado anteriormente, apenas 57 alunos, da amostra de 83, entregaram o mapa preenchido à investigadora. Para uma melhor análise das respostas obtidas, dividiu-se o mapa em cinco secções distintas identificadas pelas letras de A a E, como mostra a figura 32.



conceitos mais abrangentes tiveram mais sucesso e os exemplos, nomeadamente o nome das espécies, foram a maior dificuldade dos alunos que, apesar de os fazerem, por vezes apresentavam-se com menor rigor. Salienta-se que, alguns alunos, não só preencheram esta zona corretamente como também melhoraram as suas noções de nomenclatura, evidente pelo sublinhar do nome da espécie (figura 33).

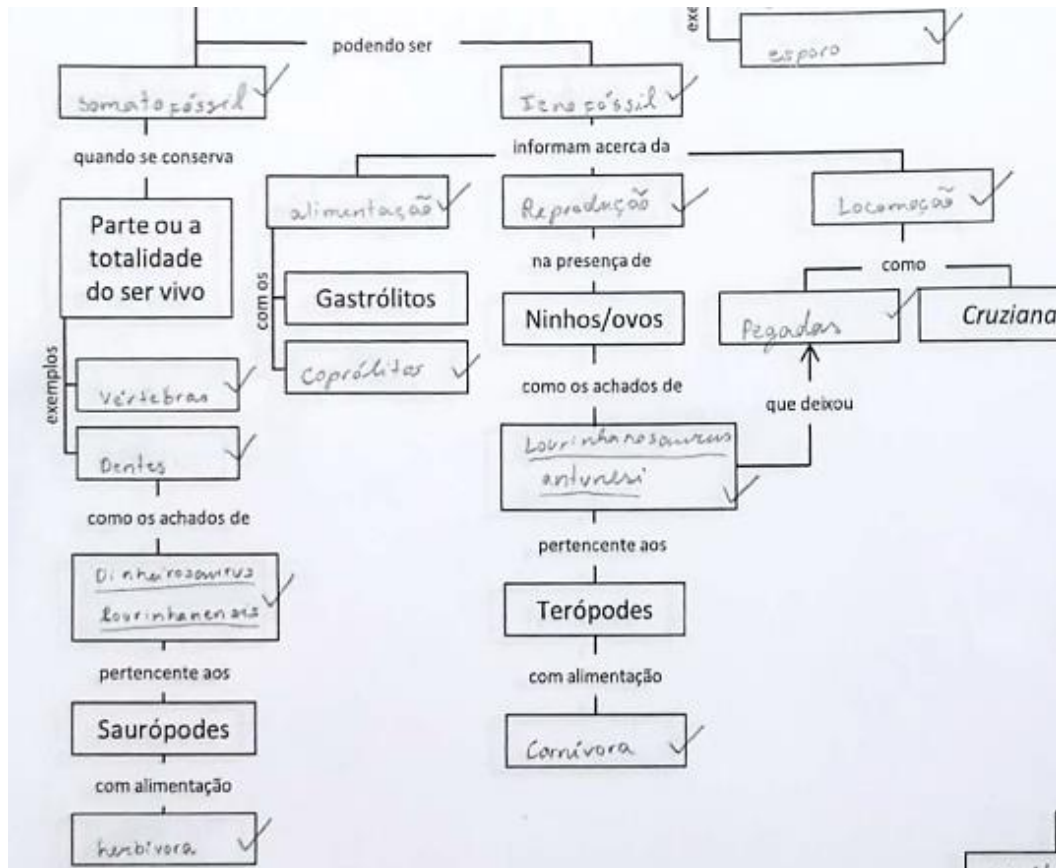


Figura 33 – Zona A do mapa corretamente preenchida por um aluno e com cuidado ao nível da nomenclatura.

No que diz respeito à zona B, identificou-se uma dualidade de respostas. Esta secção refere-se à classificação dos fósseis quanto ao tamanho e divergiu no ramo dos microfósseis, visto que, uma parte da amostra respondeu exemplos de instrumentos utilizados para auxiliar a visualização dos microfósseis (figura 34A) e a outra utilizou exemplos dos próprios microfósseis (figura 34B), como esperado.

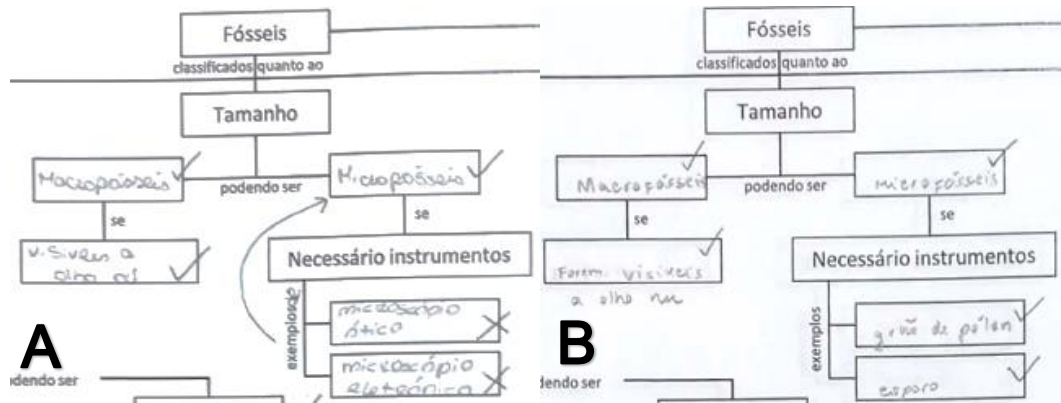


Figura 34 – Preenchimento, por dois alunos, da zona B com exemplos de instrumentos (A) e conforme o esperado (B).

Quanto à secção C não se geraram muitas dúvidas, visto que, se verificou um preenchimento correto da grande maioria dos conceitos em falta (figura 35). O conceito de ligação dos icnofósseis (*Cruziana*) para os fósseis de idade, que poderia gerar alguma confusão pela união de ramos diferentes, mostrou-se bem-sucedido pelos alunos. A maior dificuldade apresentou-se no modo de locomoção das trilobites que, a nível de relevância no conjunto desta zona, não é sinal de preocupação quanto ao desempenho os alunos.

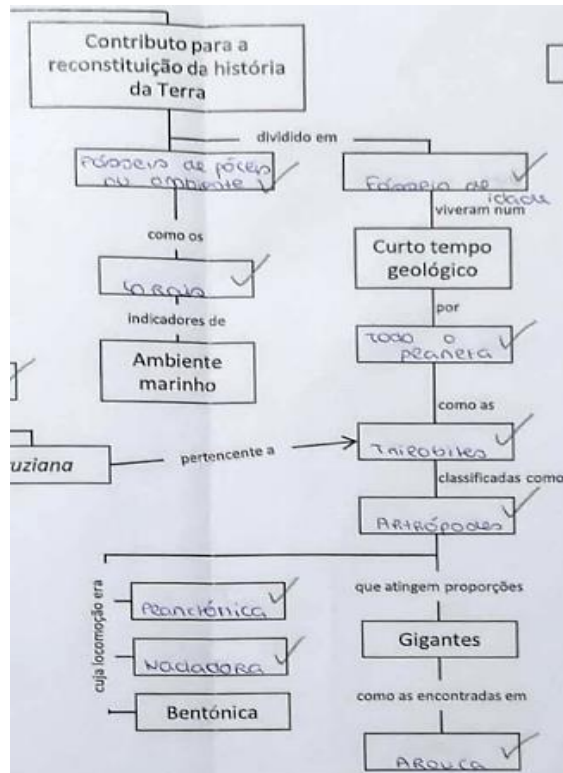


Figura 35 – Exemplo do correto preenchimento da secção C do mapa de conceitos por um aluno.

No que concerne à zona D, salienta-se o preenchimento de uma caixa de conceitos em que alguns alunos referem que o processo de fossilização por congelação ocorreu nos mamutes da Sibéria (figura 36A) enquanto que outros optam pela localização desse processo poder estar associada às temperaturas dos polos (figura 36B). Apesar da primeira opção estar conforme o sugerido na correção (Apêndice 4), ambas foram aceites nos critérios de correção.

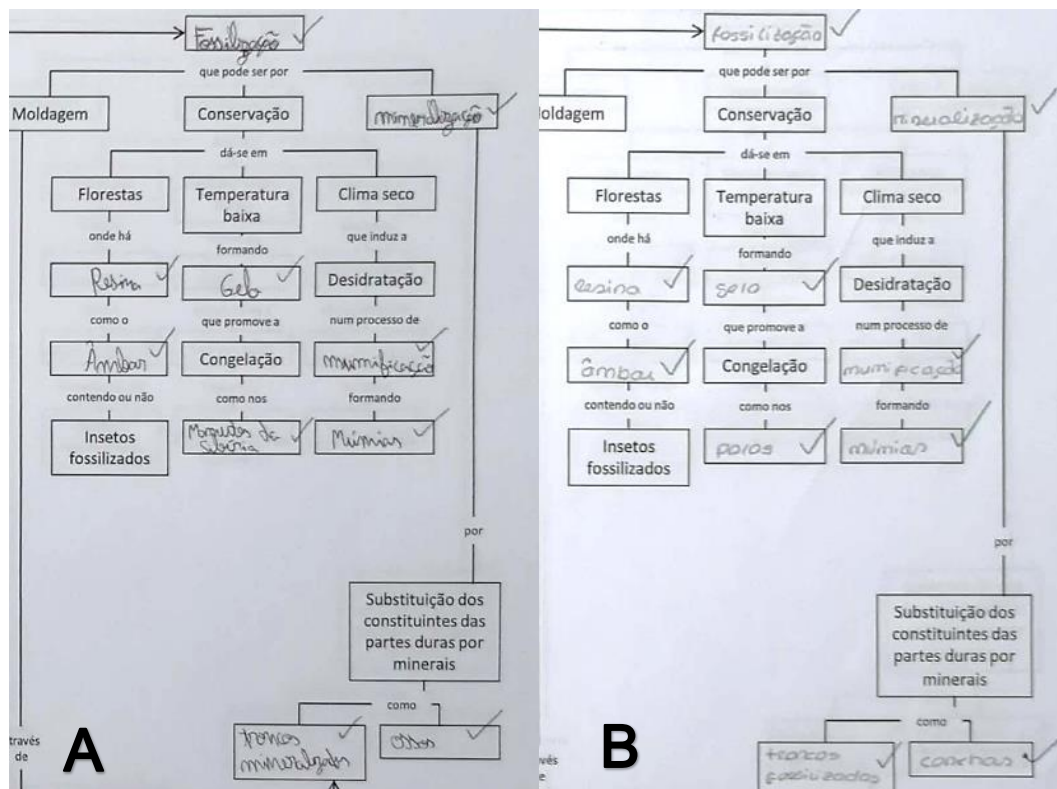


Figura 36 – Exemplo de dois alunos com situações igualmente corretas relativamente ao preenchimento da secção D de acordo com o previsto (A) e uma alternativa (B).

Por fim, a secção E compreende os tipos de fossilização por moldagem e termina na definição de fóssil vivo, fazendo ligação de *Ginkgo biloba*, fóssil vivo abordado em sala de aula durante o PI, com o ramo dos exemplos de mineralização. Na generalidade, os alunos conseguiram associar os termos corretos (figura 37), completando com maior sucesso os conceitos da moldagem e com menor o nome científico da planta abordada.

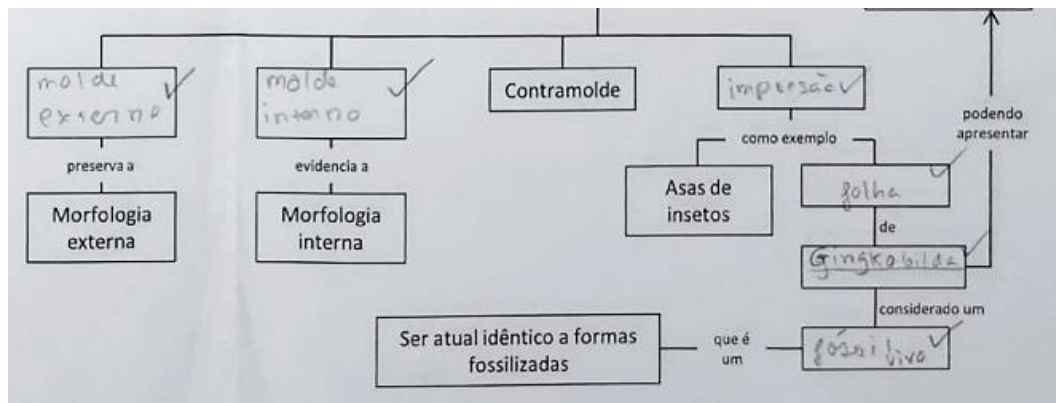


Figura 37 – Preenchimento, por um aluno, da secção E de acordo com os critérios de correção.

Com a análise dos dados recolhidos com este instrumento, mesmo que aplicado imediatamente a seguir à segunda aula do PI, foi possível verificar uma capacidade de associação dos conceitos abordados entre si e domínio dos mesmos. Salienta-se, também, a capacidade de mobilização dos exemplos discutidos em sala.

5.1.4 Teste cognitivo de verificação de aprendizagens

A aplicação do último instrumento de recolha de dados, o teste cognitivo para verificação de aprendizagens (Apêndice 3), teve como objetivo avaliar a ocorrência de transferência de aprendizagens. Dos 83 alunos pertencentes à amostra, 82 foram submetidos a esta recolha de dados.

Em análise ao panorama geral, as classificações obtidas, no total dos 30 pontos disponíveis, foram distribuídas por três níveis distintos: não satisfaz, para uma pontuação até 14 pontos; satisfaz, até aos 19 pontos; satisfaz bastante, dos 20 aos 30 pontos. A frequência absoluta da distribuição das classificações dos alunos está ilustrada no gráfico da figura 38, juntamente com a das classificações do teste de avaliação sumativa onde o grupo acerca do tema fósseis se inseriu. Para este, os níveis apresentam os valores para uma cotação total de 100 pontos, ou seja, até aos 49 pontos o desempenho não é satisfatório, dos 50 aos 69 é satisfatório e os restantes são considerados para um desempenho bastante satisfatório.

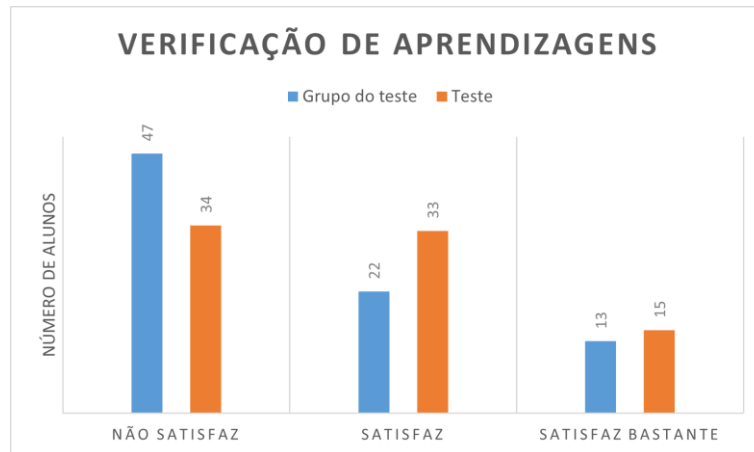


Figura 38 – Desempenho dos alunos no teste de verificação de aprendizagens (a azul) em comparação com a totalidade do teste de avaliação (a laranja).

Dada a anormalidade da distribuição dos resultados obtidos, procedeu-se à comparação com o desempenho dos alunos na globalidade do teste de avaliação sumativa onde se inseriu o grupo para recolha de dados do PI. Comparativamente, a tendência foi bastante semelhante, ainda que com valores diferentes, para um elevado número de alunos com classificação correspondente a não satisfaz e um reduzido grupo com um desempenho bastante satisfatório. Sendo assim, a melhor maneira de se verificar se os discentes aprenderam durante a aplicação do PI é analisar as suas respostas às questões do grupo que constitui teste de verificação de aprendizagens.

A primeira questão (Q1) remetia para a análise do texto e da figura que contextualizavam a temática. Devido à qualidade da impressão e à ausência das cores, alguns alunos confundiram as trilobites (somatofósseis) com vestígios da atividade (icnofósseis), não sendo capazes de responder corretamente a um dos tópicos de resposta (figura 39).

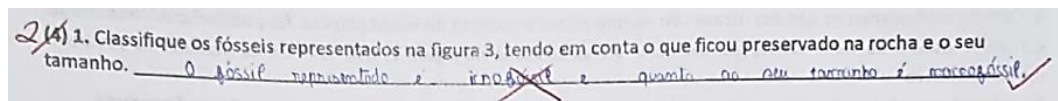


Figura 39 – Resposta de um aluno com a identificação incorreta do primeiro tópico, mas correta do segundo à Q1.

No entanto, outros discentes foram capazes de cumprir não só os dois tópicos sugeridos para a correção da Q1 como ainda justificaram a escolha dos conceitos utilizados para a resposta (figura 40).

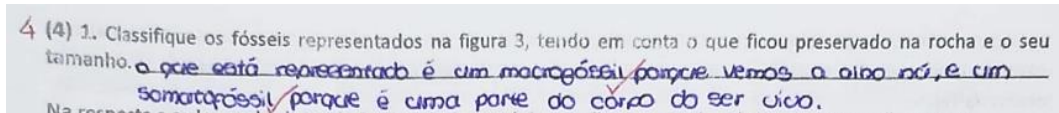


Figura 40 – Exemplo de resposta de um aluno à Q1 que cumpre os dois tópicos sugeridos e ainda justifica a escolha dos conceitos.

Relativamente à questão 2 (Q2), de tipologia de resposta de escolha múltipla, os alunos identificaram, com sucesso, que os siltitos, onde se encontravam os fósseis de trilobite, eram rochas sedimentares. A maior discordância prendeu-se com a possível localização destes artrópodes em Portugal, abordado na aula 2 do PI, que seria, das opções, Arouca (figura 41A) em vez da Lourinhã (figura 41B).

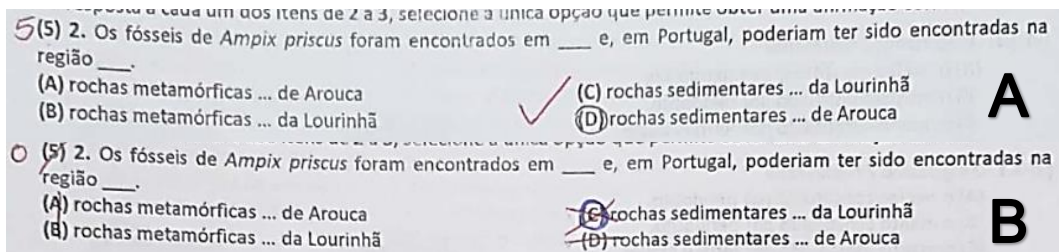


Figura 41 – Exemplo de resposta de alunos à Q2 de acordo com os critérios de correção (A) e com uma parte da resposta correta (B).

A questão 3 (Q3) mantém a tipologia da anterior focando, somente, na classificação das trilobites e no seu modo de vida. À semelhança da anterior, a primeira metade foi quase unanimemente a escolha dos discentes. A segunda parte da questão ficou com opiniões divididas entre a *Cruziana* ser um vestígio de alimentação (figura 42A) ou de reprodução (figura 42B), mas com certezas em ser um vestígio de locomoção.

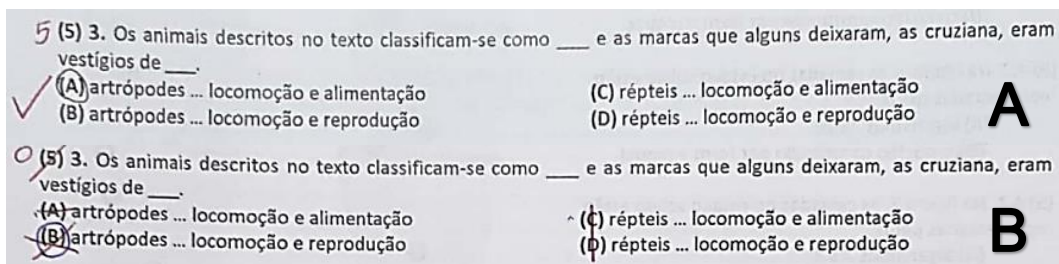


Figura 42 – Exemplo de resposta de alunos à Q3 de acordo com os critérios de correção (A) e com uma parte da resposta correta (B).

De seguida, na questão 4 (Q4), submeteu-se os alunos à ordenação de afirmações para obter a sequência cronológica correta do processo de fossilização por moldagem. Nas respostas que não cumpriram uma ordem correta de todas as

afirmações não se detetou nenhum padrão, ao contrário do verificado no teste de diagnóstico. Contudo, a resposta mais frequente estava de acordo com os critérios de correção (figura 43).

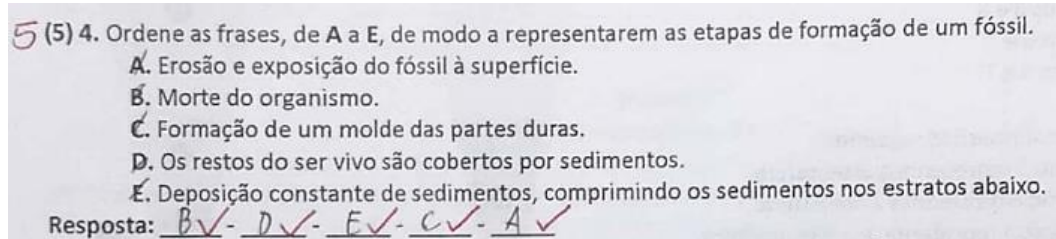


Figura 43 – Exemplo de resposta de um aluno à Q4 de acordo com os critérios de correção.

Na questão 5 (Q5) pretendia-se que os alunos dominassem os termos correspondentes aos diferentes processos de fossilização e que fossem capazes de associar a uma situação concreta, ou seja, a cada uma das cinco imagens apresentadas. Na análise das respostas obtidas pelos discentes salientaram-se três cenários: os alunos que associaram todos os processos de fossilização (figura 44A); os que especificaram os tipos de conservação, em âmbar e no gelo (figura 44B); e um caso que introduziu o conceito de fóssil vivo (figura 44C). Apesar da terceira situação estar incorreta, de acordo com os critérios de correção, releva-se a correta associação do conceito de fóssil vivo à imagem de uma folha de *Ginkgo biloba*, estudada na aula 2 do PI para o efeito. No exercício em questão não é correta a correlação feita pelo discente, mas demonstra que foi aprendido o conceito e, no momento de indecisão quanto ao processo de fossilização, optou por uma associação correta mesmo que fora do contexto.

5. As imagens seguintes representam organismos preservados de acordo com diferentes processos de fossilização.

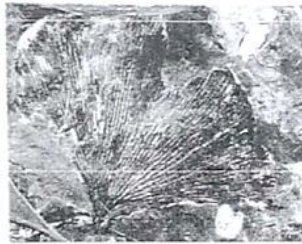


Figura 4A- Fóssil de uma folha.



Figura 4B- Fóssil de um inseto.



Figura 4C- Tronco fossilizado.



Figura 4D- Mamute bebé encontrado em gelo.

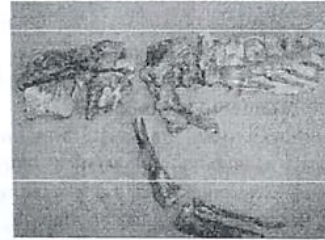


Figura 4E- Parte de um esqueleto fóssil.

5 (5) 5.1. Identifique o processo de fossilização presente em cada uma das seguintes imagens.

A

A. moldeagem ✓

D. conservação ✓

B. conservação ✓

E. mineralização ✓

C. mineralização ✓

B

A. Impressão ✓

D. conservação em congelamento ✓

B. Conservação em Âmbar ✓

E. Mineralização ✓

C. Mineralização ✓

4 (5) 5.1. Identifique o processo de fossilização presente em cada uma das seguintes imagens.

C

A. Fóssil vivo ✗

D. conservação ✓

B. conservação ✓

E. mineralização ✓

C. mineralização ✓

Figura 44 – Exemplo de resposta de alunos à Q5 de acordo com os critérios de correção (A), completando os critérios com o modo de conservação (B) e com o conceito de fóssil vivo, mesmo que incorreto no contexto onde a pergunta está inserida (C).

Por fim, o conjunto de questões para verificação de aprendizagens com a operacionalização do PI termina com uma questão de resposta extensa: a questão 6 (Q6). Esta mostrou-se a mais complexa do conjunto, uma vez que, levou os alunos a correlacionarem não só os conteúdos abordados inerentes à temática dos fósseis como também o seu contributo para a comunidade científica. Esta relação foi sendo feita ao longo das discussões levantadas durante o PI. Para ir ao encontro dos critérios de correção (Apêndice 3), esperava-se o cumprimento de três tópicos de resposta. Os alunos conseguiram, com alguma facilidade, depreender que o inseto foi fossilizado por um processo de conservação e que isso implica a preservação de partes moles, para além das duras (figura 45A). Uma pequena parte conseguiu concluir a resposta indicando que, essa ausência de degradação, é fundamental para fornecer mais dados à comunidade científica para estudo (figura 45B e 45C).

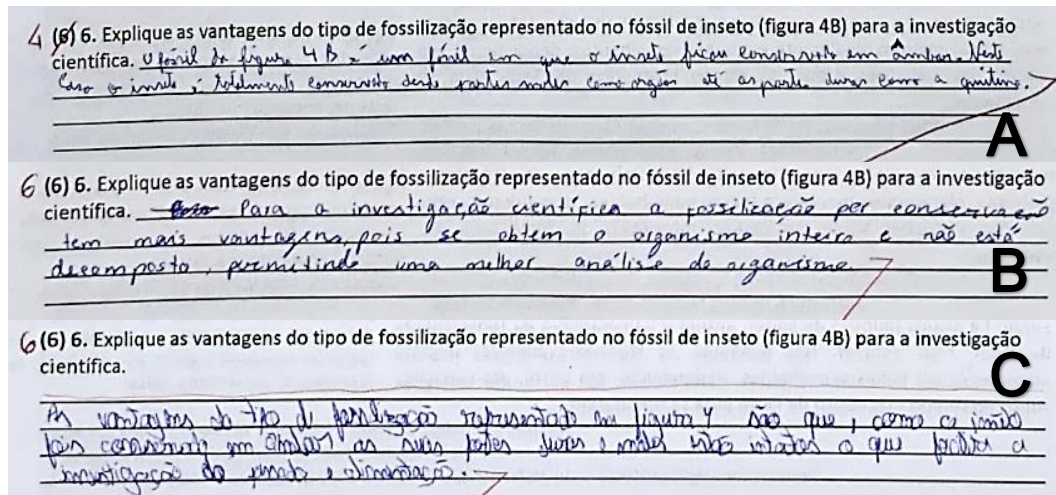


Figura 45 – Exemplo de resposta de alunos à Q6 onde são mencionados os dois primeiros tópicos de resposta (A), resposta completa com indicação de ausência de decomposição (B) e a mais semelhante aos critérios de correção (C).

Com esta última questão destacaram-se os discentes que não estiveram presentes em nenhuma das aulas do PI. No final do teste diagnóstico salientou-se a associação de fósseis apenas a dinossauros e, no exemplo ilustrado na figura 46 por um aluno nestas condições, comprovou-se que o primeiro contacto com fósseis remete, precisamente, para esses répteis. O aluno em causa parte do inseto fossilizado em âmbar para o contributo no estudo dos dinossauros e a possibilidade de “trazê-los de volta à vida”.

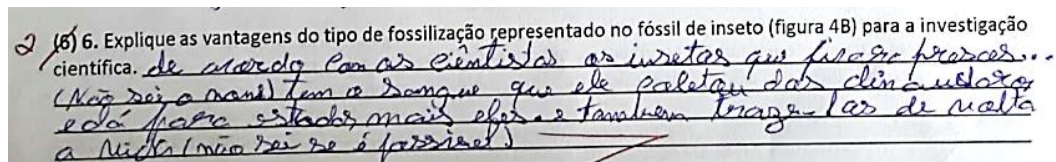


Figura 46 – Exemplo de resposta de um aluno, que não esteve presente nas aulas do PI, à Q6 com referência a dinossauros.

Com estes dados retirados da aplicação do teste de verificação de aprendizagens, aplicado na amostra, destacou-se a capacidade de mobilização de aprendizagens. Importa lembrar que em nenhuma das aulas do PI esteve presente a totalidade da amostra e o desenvolvimento de tarefas intermédias foi cumprido apenas por 57 alunos, tornando os resultados deste último instrumento bastante animadores.

5.2 Discussão

Analisando os dados recolhidos no subcapítulo anterior, infere-se que um fator importante para concluir acerca da viabilidade de determinada metodologia de ensino, estratégia ou recurso é a motivação dos alunos. Quando os discentes não estão motivados forma-se uma barreira no processo de ensino, dificultando ou, em casos mais extremos, impedindo que se desenvolva o processo de aprendizagem e a compreensão dos conteúdos curriculares (Ribeiro, 2011). Os comportamentos que denunciam a motivação dos alunos elevam o ambiente de sala de aula a um propício ao desenvolvimento de atividades diversificadas e traduzem-se na efetivação do processo de aprendizagem dos alunos (Lourenço & Paiva, 2010). Tendo em conta os resultados obtidos no decorrer do PI comprova-se, também, que a pontualidade é proporcional, de certa forma, à disposição motivacional dos discentes. Numa aula com condições para começar dentro do tempo previsto, é possível cumprir a planificação e ainda introduzir momentos de esclarecimento mais demorados ou atividades mais apazíveis, independentemente da temática em questão.

Aquando do diagnóstico do problema sob o qual iria incidir a ação desta investigação, detetou-se duas conceções erróneas dentro do conhecimento muito satisfatório com que os alunos se apresentaram acerca da temática a abordar. A primeira é a imediata associação de fósseis a dinossauros, ou seja, o uso de um como sinónimo de outro. A utilização destes répteis como exemplo para ilustrar inúmeros acontecimentos da geocronologia levou a uma globalização da sua utilização, ou seja, há uma associação de inúmeros fenómenos geológicos aos dinossauros, como extinções em massa, a idade do gelo ou intensos fenómenos de vulcanismo (Trend, 2001; Dodick & Orion, 2003). Em comparação com a escala do tempo geológico, os dinossauros só presenciaram cerca de 5% da idade da Terra, ou seja, aproximadamente 225 milhões de anos (Dodick, 2007). Com esta noção temporal revelou-se a segunda conceção. Com mais conhecimentos de História do que de Geologia, grande parte dos alunos tem uma noção de intervalos de tempo na ordem dos séculos ou décadas quando os acontecimentos da história da Terra são da ordem dos milhões de anos (Trend, 2001). Ao longo da aplicação do PI deu-se uma melhoria desta noção de limite temporal com a passagem de ser restrita aos acontecimentos relacionados com a história do ser humano para os da ordem da origem do planeta Terra.

Salientando-se conceções alternativas é necessário promover a mudança conceptual e trabalhar para uma aprendizagem significativa. A utilização de um mapa de conceitos semi-construído funcionou como um veículo para a identificação de ideias

válidas, ou não, de uma forma mais rápida que a clássica ficha de trabalho, permitindo aos alunos a seleção das informações mais relevantes a ter em conta aquando do estudo dos fósseis (Novak & Cañas, 2008). O ponto fulcral da situação é que facilitar a construção de uma estrutura conceptual robusta não é uma tarefa fácil e depende quase exclusivamente do aluno. A eliminação de concepções alternativas é uma tarefa profunda que necessita do conhecimento dos antecedentes históricos e do pensamento da sociedade perante essas crenças (Novak, 2002). Segundo Novak (2002), o professor não consegue que os alunos substituam tudo o que sabem acerca de determinado tema pelo conhecimento que é válido no momento. Contudo, o docente pode facilitar a que os seus alunos escolham aprender significativamente e com a consciência de que necessitam de reconstruir as suas redes cognitivas (Novak, 2002).

Sendo assim, existem dois fatores determinantes para que o aluno enverede por uma aprendizagem significativa: *feedback* e tempo. Após a realização das tarefas, o professor deve facultar correções e orientações claras para que o aluno progrida o seu desempenho no sentido de alcançar a meta estabelecida (Lourenço & Paiva, 2010). Por outro lado, o aluno necessita de tempo para trabalhar e guardar na memória a longo prazo os conceitos ensinados, ou seja, após o primeiro contacto, o discente familiariza-se e posteriormente é iniciado o processo de consolidação (Davis et al., 2009). Os novos conceitos, nomeadamente os aprendidos em associação com os respetivos significados, necessitam de mais tempo até serem codificados na estrutura cognitiva, tornando o processo de aprendizagem mais efetivo, apesar de ser mais demorado (Takashima et al., 2017). Tendo o instrumento de recolha de dados de verificação de aprendizagem sido aplicado na segunda aula após a conclusão da operacionalização do PI, a grande maioria dos alunos poderia não ter completado o processo de consolidação dos novos conceitos, sugerindo-se como possível explicação para os resultados menos satisfatórios do mesmo.

Capítulo 6. Conclusões

Após análise e discussão dos resultados obtidos atinge-se a última etapa de um ciclo de Investigação-Ação, ou seja, refletir e concluir acerca do desempenho da ação. Para além das conclusões, este capítulo também inumera limitações do PI desenvolvido e sugestões para futuras intervenções. Termina com o levantamento dos contributos desta investigação para o desenvolvimento profissional.

6.1 Conclusões gerais

A investigação inerente a este PI partiu do problema que consistia em avaliar o impacto da utilização do ensino orientado para a mudança conceptual baseado na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e construção de aprendizagens significativas acerca da temática dos Fósseis no domínio cognitivo de alunos do 7º ano de escolaridade de Ciências Naturais. Para responder ao problema de investigação foram definidos objetivos conceptuais e educacionais de forma a orientar a aplicação do PI.

Da análise dos resultados é possível constatar que os objetivos conceptuais foram cumpridos no sentido em que houve consciencialização para os tipos de fossilização existentes, a diversidade de organismos fossilizados e a necessidade de preservação de fósseis, quando encontrados. Devido à contextualização de cada fóssil estudado, promoveu-se a transdisciplinaridade entre as áreas de Biologia, Geologia, Geografia e História, que serviu de base para desmistificar concepções alternativas detetadas com a aplicação do teste de diagnóstico.

Como consequência, também os objetivos educacionais foram bem-sucedidos, na medida em que, os alunos, desenvolveram competências diversificadas tais como o raciocínio científico, pensamento crítico, pensamento criativo, observação e pesquisa, recolha e organização de informação. No que diz respeito à literacia científica, manifestaram a compreensão do conhecimento científico, mobilizando-o para a construção do mapa de conceitos e como base para responder às questões do teste de verificação de aprendizagens, indicando a possibilidade da ocorrência de uma aprendizagem significativa.

Sendo assim, e mesmo com a condicionante temporal da aplicação de apenas um ciclo de Investigação-Ação, não permitindo fazer melhorias após a reflexão sobre os

aspectos menos bem executados durante o PI, os resultados são indicadores de que os alunos aprenderam.

6.2 Limitações e sugestões para futuras intervenções

A investigação presente neste Relatório de Estágio apresenta limitações, algumas destas relacionadas com o contexto de IPP e PES em que se desenvolveu. A mais limitante relaciona-se com o facto de estarmos a lidar com uma situação pandémica, condicionando a imaginação e flexibilidade para aplicação de estratégias muito práticas ou com dinâmicas que envolvam a formação de grupos de alunos.

Tendo em conta o tamanho, natureza e características, a amostra é de conveniência e não aleatória, implicando que os resultados obtidos funcionem apenas como indicadores. A existência de grupos de controlo levanta problemas éticos, uma vez que, o ensino, na qualidade de instituição Escola, tem de garantir uma igualdade de acesso a oportunidades e, assim, os resultados não possuem valor probabilístico nem são passíveis de generalizações.

Uma outra limitação é o início da carreira de docente, que tem associado uma certa inexperiência profissional, aliado a algum perfeccionismo por parte da investigadora. Esta foi sentida durante o preenchimento da grelha de observações que, sendo tudo novidade, o registo apresentou-se como exaustivo, podendo levar a interpretações menos corretas de comportamentos normais, mas estranhos para a observadora. Neste domínio também se enquadra a construção dos instrumentos de recolha de dados que, após aplicados, podem carecer de alguns ajustes, tornando-se mais adequados ao ensino da temática em questão e com maior precisão no domínio da promoção da aprendizagem significativa.

Eis que surge a primeira sugestão para a investigação, relacionada com a oportunidade de realizar mais de um ciclo de Investigação-Ação, permitindo aplicar as correções (Apêndice 8) deste primeiro e contribuir para o aperfeiçoamento do PI. A aplicação de ciclos sucessivos ao longo do ano, com temáticas diferentes, também se apresenta como uma proposta para verificar a veracidade dos instrumentos de recolha de dados utilizados e o seu contributo para a Investigação em Educação em Ciência. Numa perspetiva mais abrangente, poderia justificar-se a replicação deste PI a outros anos de escolaridade permitindo uma comparação da complexidade cognitiva das respostas e raciocínio científico.

6.3 Contributos para o desenvolvimento profissional

Tendo em conta o enquadramento do presente Relatório de Estágio na etapa final da formação inicial de professores, foram enunciados, no capítulo 1, objetivos profissionais para alcançar durante a implementação do PI, representando os contributos para o desenvolvimento profissional enquanto professora e investigadora em formação.

O primeiro objetivo prendia-se com o desenvolvimento de competências no âmbito da aplicação de um ensino orientado para a mudança conceptual baseada a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. Desde a revisão de literatura, a planificação das aulas, a organização e preparação dos diversos recursos e materiais aplicados até ao desenvolvimento da aula propriamente dita, constam como momentos extremamente ricos em aprendizagem. Com a aplicação deste PI, foram desenvolvidas várias competências pedagógicas e científicas, fundamentais para o trabalho docente.

O segundo objetivo relacionava-se com a aquisição de competências no âmbito da Investigação em Educação. O conhecimento adquirido da aprendizagem dos anos anteriores só ganha significado quando transformado em prática, no contexto escolar. Este impôs a necessidade de revisão bibliográfica para a escolha de uma metodologia de investigação, técnicas e instrumentos de recolha de dados que melhor se enquadravam para responder ao problema de investigação. O trabalho de investigação desenvolvido durante a IPP contribuiu para a construção não só de uma professora, mas também de uma investigadora dotada de ferramentas reflexivas da sua ação.

Por fim, o cumprimento dos objetivos mencionadas anteriormente culminou no desenvolvimento e emancipação profissional, permitindo a oportunidade de experienciar o papel de professor na íntegra, de forma ativa e reflexiva. A oportunidade de partilha diária dentro e fora da sala de aula de conhecimentos, experiências e emoções foi aliada à constante reflexão e vontade de aprender para inovar e reinventar. A formação inicial de professores é, precisamente, o início de um longo caminho, pessoal e profissional, de contínua procura e pesquisa por metodologias, estratégias e recursos pedagógicos que orientem, da melhor maneira possível, o bem-estar, crescimento e sucesso dos alunos.

Referências

- Ahlberg, P., Calner, M., Dahlqvist, P., Joachimski, M. M., Lehnert, O., & Lundberg, F. (2021). Miaolingian (Cambrian) trilobite biostratigraphy and carbon isotope chemostratigraphy in the Tingskullen drill core, Öland, Sweden. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 70(1), 18–35. <https://doi.org/10.3176/earth.2021.03>
- Alarcão, I. (2001). *Professor-investigador: Que sentido? Que formação? Cadernos de Formação de Professores*, 1, 21-30.
- Antunes, M. T., & Mateus, O. (2003). Dinosaurs of Portugal. *Comptes Rendus Palevol*, 2(1), 77–95. [https://doi.org/10.1016/s1631-0683\(03\)00003-4](https://doi.org/10.1016/s1631-0683(03)00003-4)
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667–1686. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.680618>
- Ausich, W. I. & Lane, N. G. (1999a). Chapter 1: Time and Fossils. In *Life of the Past* (4^a ed., 1-18). Prentice Hall.
- Ausich, W. I. & Lane, N. G. (1999b). Chapter 3: Rocks and Fossils. In *Life of the Past* (4^a ed., 33-54). Prentice Hall.
- Babin, C. (1991). 1^{re} Partie: La paléontologie, une discipline multiforme. In *Principes de Paléontologie* (7-139). Armand Colin.
- Bloudoff-Indelicato, M. (2016). *Mummies Around the World—Dried, Smoked, or Thrown in a Bog*. History. <https://www.nationalgeographic.com/history/article/160118-mummies-world-bog-egypt-science>
- Bonaparte, J. F., & Mateus, O. (1999). A new diplodocid, *Dinheirosaurus lourinhanensis* gen. et sp. nov, from the Late Jurassic beds of Portugal. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 5(2), 13–29.
- Borgerding, L. A., & Raven, S. (2017). Children's ideas about fossils and foundational concepts related to fossils. *Science Education*, 102(2), 414–439. <https://doi.org/10.1002/sce.21331>
- Cakir, M. (2008). Construtivist approaches to learning in Science and their implications for Science Pedagogy: A literature review. *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(4), 193–206.

- Carvalho, L. E., Fauth, G., Baecker Fauth, S., Krah, G., Moreira, A. C., Fernandes, C. P., & von Wangenheim, A. (2020). Automated Microfossil Identification and Segmentation using a Deep Learning Approach. *Marine Micropaleontology*, 158. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2020.101890>
- Çavuş-Güngören, S., Yeşildağ-Hasançebi, F., & Mesci, G. (2020). The effect of teacher evaluation and self-evaluation on pre-service teachers' inquiry-based 5E Lesson Plan Design and Teaching Practice. *Educational Policy Analysis and Strategic Research*, 15(4), 367–388. <https://doi.org/10.29329/epasr.2020.323.20>
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007a). Chapter 1: The nature of inquiry – Setting the field. In *Research Methods in Education* (6ª ed., 5-48). Routledge.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007b). Chapter 6: Validity and reliability. In *Research Methods in Education* (6ª ed., 133-164). Routledge.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007c). Chapter 18: Observation. In *Research Methods in Education* (6ª ed., 396-413). Routledge.
- Cosme, A., & Trindade, R. (2009). *Educar e aprender na Escola: Questões, desafios e respostas pedagógicas*. Fundação Manuel Leão.
- Coutinho, C. P., Sousa, A., Dias, A., Bessa, F., Ferreira, M. J., & Vieira, S. (2009). Investigação-acção: metodologia preferencial nas práticas educativas. *Psicologia, Educação e Cultura*, XIII(2), 455–479.
- Couto, H. (2015). 4. Etapas da evolução da vida: Dos estromatólitos às trilobites. In F. S. Borges, A. Amorim, H. Couto, J. Pais, J. P. C. Ribeiro, N. C. Santos, O. Mateus, & O. Bertolami (Eds.), *Do Big Bang ao Homem*. U. Porto Edições.
- Couto, H., & Lourenço, A. (2008). Ordovician trilobites from Valongo anticline: An historical and scientific heritage. In I. Rábano, R. Gozalo, & D. García-Bellido (Eds.), *Advances in Trilobite Research* (pp. 79–83). Instituto Geológico y Minero de España.
- Davis, M. H., Di Betta, A. M., Macdonald, M. J. E., & Gaskell, M. G. (2009). Learning and consolidation of novel spoken words. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(4), 803–820. <https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21059>

Direção-Geral da Educação. (2018a). *Aprendizagens essenciais de Ciências Naturais*, 5º ano. Direção-Geral da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/2_ciclo/5_ciencias_naturais.pdf

Direção-Geral da Educação. (2018b). *Aprendizagens essenciais de Ciências Naturais*, 7º ano. Direção-Geral da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/Curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/ciencias_naturais_3c_7a_ff.pdf

Direção-Geral da Saúde. (2021, 25 junho). COVID-19. SNS24. <https://www.sns24.gov.pt/tema/doencas-infecciosas/covid-19/#sec-0>

Dodick, J. (2007). Understanding evolutionary change within the framework of geological time. *McGill Journal of Education*, 42(2), 245–264.

Dodick, J., & Orion, N. (2003). Measuring student understanding of geological time. *Science Education*, 87(5), 708–731. <https://doi.org/10.1002/sce.1057>

Doyle, P. (1996a). Part I: Key Concepts. In *Understanding fossils: an introduction to invertebrate palaeontology* (11-114). Wiley.

Doyle, P. (1996b). Part II: The Main Fossil Groups. In *Understanding fossils: an introduction to invertebrate palaeontology* (115-326). Wiley.

El Islami, R. A. Z., & Nuangchalem, P. (2020). Comparative study of scientific literacy: Indonesian and Thai pre-service science teachers report. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 9(2), 261. <https://doi.org/10.11591/ijere.v9i2.20355>

Elliott, D. (2020). *Paleontology*. Salem Press Encyclopedia of Science. <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=3b542e11-14aa-4500-955c-778601e4a81a%40sessionmgr103&bdata=Jmxhbmc9cHQtcHQmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZSZyY29wZT1zaXRl#AN=89250542&db=ers>

Esteves, M. (2001). A investigação como estratégia de formação de professores: Perspectivas e realidades. *Revista Mathésis*, 10(1), 217-233

Fundação Calouste Gulbenkian. (s.d.). *Ginkgo*. Jardim Gulbenkian. Retirado a 17 de abril, 2021, de <https://gulbenkian.pt/jardim/garden-flora/ginkgo/>

- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012a). Chapter 1: Introduction to Educational Research. In *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (10ª ed., pp. 3–59). Pearson Education.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012b). Chapter 2: Selecting and defining a research topic. In *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (10ª ed., pp. 61–77). Pearson Education.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012c). Chapter 5: Selecting a sample. In *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (10ª ed., pp. 129–147). Pearson Education.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012d). Chapter 6: Selecting and measuring instruments. In *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (10ª ed., pp. 149–181). Pearson Education.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012e). Chapter 14: Qualitative data collection. In *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (10ª ed., pp. 381–397). Pearson Education.
- Gay, L. R., Mills, G. E., & Airasian, P. W. (2012f). Chapter 18: Qualitative research: data analysis and interpretation. In *Educational Research: Competencies for Analysis and Applications* (10ª ed., pp. 465–479). Pearson Education.
- Ghaedi, M., Johnson, K., & Yazdi, M. (2016). Paleoenvironmental conditions of Early Miocene corals, western Makran, Iran. *Arabian Journal of Geosciences*, 9(17),. <https://doi.org/10.1007/s12517-016-2712-3>
- Gong, W., Chen, C., Dobeš, C., Fu, C.-X., & Koch, M. A. (2008). Phylogeography of a living fossil: Pleistocene glaciations forced *Ginkgo biloba* L. (Ginkgoaceae) into two refuge areas in China with limited subsequent postglacial expansion. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48(3), 1094–1105. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.05.003>
- Goodson, I. F. (2003). *Professional Knowledge, Professional Lives: Studies in education and change*. Open University Press.
- Grotzinger, J. P. & Jordan, T. H. (2014a). Chapter 3: Earth Materials: Minerals and Rocks. In *Understanding Earth* (7ª ed., 57-90). Jessica Fiorillo.
- Grotzinger, J. P. & Jordan, T. H. (2014b). Chapter 8: Clocks in Rocks: Timing the Geologic Record. In *Understanding Earth* (7ª ed., 195-219). Jessica Fiorillo.

- Grotzinger, J. P. & Jordan, T. H. (2014c). Chapter 11: Geobiology: Life Interacts with Earth. In *Understanding Earth* (7ª ed., 283-312). Jessica Fiorillo.
- Hudson, B., Owen, D., & Veen, K. van. (2006). Working on educational research methods with masters students in an international online learning community. *British Journal of Educational Technology*, 37(4), 577–603. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2006.00553.x>
- Lima, J. Á. (2014). Por uma análise de conteúdo mais fiável. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, 47(1), 7–29. https://doi.org/10.14195/1647-8614_47-1_1
- Lourenço, A. A., & Paiva, M. O. A. (2010). A motivação escolar e o processo de aprendizagem. *Ciências & Cognição*, 15(2), 132–141.
- Mateus, O. (1998). *Lourinhanosaurus antunesi*, A New Upper Jurassic Allosauroid (Dinosauria: Theropoda) from Lourinhã, Portugal. *Memórias Da Academia de Ciências de Lisboa*, 37, 111–124.
- Mateus, S. (2014). *Fundamentos para uma exposição hipotética do Jurássico Superior da Lourinhã* [Dissertação de Mestrado].
- Mateus, S. (2020). *Património Paleontológico: O que é, onde está e quais as coleções públicas portuguesas* [Tese de Doutoramento].
- Moore, R. C., Lalicker, C. G. & Fischer, A. G. (1952). Chapter 1: The Nature of Fossils. In *Invertebrate fossils* (1-38). McGraw-Hill.
- Moreira, M. A. (2006). Capítulo 1: A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel. In *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*, 13–43. Editora Universidade de Brasília.
- Mueller, T. (2017, 11 setembro). *Ice Baby*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2009/05/mammoths/>
- Naglik, B., Kosmowska-Ceranowicz, B., Natkaniec-Nowak, L., Drzewicz, P., Dumańska-Słowik, M., Matusik, J., Wagner, M., Milovsky, R., Stach, P., & Szyszka, A. (2018). Fossilization History of Fossil Resin from Jambi Province (Sumatra, Indonesia) Based on Physico-Chemical Studies. *Minerals*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/min8030095>
- Naimark, E., Kalinina, M., Shokurov, A., Markov, A., Zaytseva, L., & Boeva, N. (2018). Mineral composition of host sediments influences the fossilization of soft tissues. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 55(11), 1271–1283. <https://doi.org/10.1139/cjes-2017-0237>

- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548–571. <https://doi.org/10.1002/sce.10032>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). The origins of the concept mapping tool and the continuing evolution of the tool. *Information Visualization Journal*, 5(3), 175–184. <https://doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500126>
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). *The theory underlying concept maps and how to construct and use them*. Technical Report IHMC CmapTools 2006–01 Rev 01–2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition. <http://cmap.ihmc.us/Publications/ResearchPapers/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>.
- Oliveira, M. S., Carvalho, M. A. de, & Mariano, S. M. F. (2020). Contribuições da concepção de aprendizagem significativa de David Ausubel na formação de jovens aprendizes. *Dialogia*, 34, 34–49. <https://doi.org/10.5585/dialogia.n34.16704>
- Peicu, V. (2019). Integrated approach - Challenges in pedagogical design of learning. *The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences*, 1030–1037. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.08.03.125>
- Pereira, N. (2015a). 4- *Educação de qualidade*. ODS. <https://www.ods.pt/objectivos/4-educacao-de-qualidade/?portfolioCats=24>
- Pereira, N. (2015b). 11- *Cidades e comunidades sustentáveis*. ODS. <https://www.ods.pt/objectivos/11-cidades-e-comunidades-sustentaveis/?portfolioCats=24>
- Pereira, N. (2015c). 14- *Proteger a vida marinha*. ODS. <https://www.ods.pt/objectivos/14-oceanos-mares-e-recursos-marinhos/?portfolioCats=24>
- Pereira, N. (2015d). 15- *Proteger a vida terrestre*. ODS. <https://www.ods.pt/objectivos/15-ecossistemas-terrestres-biodiversidade/?portfolioCats=24>
- Pinto, A. J., & Zeitz, H. J. (1997). Concept mapping: A strategy for promoting meaningful learning in medical education. *Medical Teacher*, 19(2).

- Quinn, P. S. (2008). The occurrence and research potential of microfossils in inorganic archaeological materials. *Geoarchaeology*, 23(2), 275–291. <https://doi.org/10.1002/gea.20213>
- Rebola, F. A. T. (2015). *O ensino das ciências e a promoção da literacia científica na educação básica: Representações e conhecimento profissional dos professores de ciências* [Tese de Doutoramento].
- Rehman, R., Siddiqi, H. S., & Baig, M. (2019). Concept Mapping: a way of meaningful learning for medical students. *The Journal of the Pakistan Medical Association*, 69(7), 1062.
- Ribeiro, F. (2011). Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *PROFFORMA*, 3(1), 1–5.
- Rocha, D. (2008). *Inventariação, caracterização e avaliação do património geológico do concelho de Arouca* [Tese de Doutoramento].
- Royer, D. L., Hickey, L. J., & Wings, S. L. (2003). Ecological conservatism in the “living fossil” *Ginkgo*. *Paleobiology*, 29(1), 84–104. <https://doi.org/2.0.CO;2>>[https://doi.org/10.1666/0094-8373\(2003\)029<0084:ECITLF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1666/0094-8373(2003)029<0084:ECITLF>2.0.CO;2)
- Sá, A. A., Brilha, J., Cachão, M., Couto, H., Medina, J., Rocha, D., Valério, M., Rábano, I., & Gutiérrez-Marco, J. C. (2006). Geoparque Arouca: Um novo projecto para o desenvolvimento sustentado baseado na conservação e promoção do património geológico. *Congresso Nacional de Geologia - Atas*, 7, 893–896.
- Sahni, A. (2021). The Charm of Paleontology. *Journal of the Geological Society of India*, 97(1), 5–8. Springer. <https://doi.org/10.1007/s12594-021-1620-7>
- Santos, J. (2002). *A participação ativa e efetiva do aluno no processo de ensino-aprendizagem como condição fundamental para a construção do conhecimentos* [Dissertação de Mestrado].
- Santos, S., Cardoso, A. P., & Lacerda, C. (2016). A planificação na perspetiva dos professores do 1.º ciclo do ensino básico. *Atas Do XIII Congresso SPCE*, 1045–1053.
- Silvério, G., & Madeira, J. (2018). Âmbar português: O caso de estudo do Apciano da Praia da Bafureira (Cascais, Portugal). *Geonovas*, 31, 67–72.

- Takashima, A., Bakker, I., van Hell, J. G., Janzen, G., & McQueen, J. M. (2017). Interaction between episodic and semantic memory networks in the acquisition and consolidation of novel spoken words. *Brain and Language*, 167, 44–60. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2016.05.009>
- Tancredi, R. M. S. P. (2009). *Aprendizagem da docência e profissionalização: Elementos de uma reflexão*. EDUFSCar.
- Teixeira, A. M. M. B. (2011). *Concepções alternativas em ciência: Um instrumento de diagnóstico* [Dissertação de Mestrado].
- Trend, R. (2001). An investigation into the understanding of geological time among 17-year-old students, with implications for the subject matter knowledge of future teachers. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 10(3), 298–321. <https://doi.org/10.1080/10382040108667447>
- Vasconcelos, C., Ferreira, F., Rolo, A., Moreira, B., & Melo, M. (2019). Improved Concept Map-Based Teaching to Promote a Holistic Earth System View. *Geosciences*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.3390/geosciences10010008>
- Wang, J., Sneed, S., & Wang, Y. (2019). Validating a 3E rubric assessing pre-service science teachers' practical knowledge of inquiry teaching. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(2). <https://doi.org/10.29333/ejmste/112547>
- Wings, O. (2007). A review of gastrolith function with implications for fossil vertebrates and a revised classification. *Acta Palaeontologica Polonica*, 52(1), 1–16.
- Wise, M. (2021). Gemstones and Gem Minerals. In D. Alderton, S. A. Elias (Eds.), *Encyclopedia of Geology* (2^a ed., 523–537). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102908-4.00083-7>
- Wong, G. (2012). Meaningful GP learning with concept mapping. *Education for Primary Care*, 23(4), 300–307. <https://doi.org/10.1080/14739879.2012.11494126>
- Wood, J. R., & Wilmshurst, J. M. (2014). Late Quaternary terrestrial vertebrate coprolites from New Zealand. *Quaternary Science Reviews*, 98, 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.05.020>

Apêndice 1. Grelhas de observação

[illegible]

[illegible]

Apêndice 2. Teste diagnóstico

	 FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO	 UNIDADE DE ENSINO DAS CIÊNCIAS
Teste Diagnóstico Ciências Naturais 7º ano		
Duração: 15 minutos		____/05/2021
Nome:	Nº	Classificação:
Professora: Beatriz Vieira		
Enc. de Educação		

À procura de fósseis em Portugal

Antigos habitantes do planeta, fossilizados há milhões de anos, os dinossauros metem muito respeito. Para vê-los de perto, só no Parque Jurássico português!

Na pegada destes gigantescos animais pré-históricos andam há muito os lourinhanenses (habitantes da Lourinhã), os paleontólogos e também simples curiosos. Os vestígios mais antigos do Parque Jurássico português, na Lourinhã, foram descobertos há mais de 150 anos, na praia de Porto das Barcas, e estão expostos num museu desde os anos oitenta.

As escavações trouxeram, e ainda trazem, à superfície ossos de membros e partes do crânio de vários exemplares, bem conservados no tempo, sendo muitos deles pertencentes a dinossauros exclusivos do nosso país. No museu conseguimos encontrar tanto dentes de dinossauros voadores como espécies exclusivas de que é exemplo o *Lourinhanosaurus antunesi*, encontrado em estratos de arenito, ou ovos com 150 milhões de anos, alguns ainda com embriões dentro.

Devido a esta grande diversidade e ao grande número de espécies exclusivas do nosso território, Portugal é considerado um dos países do mundo com mais fósseis de dinossauros registados.

Adaptado de Academia RTP. (2011). Os dinossauros estão no museu da Lourinhã. RTP Ensina.
<https://ensina.rtp.pt/artigo/os-dinossauros-estao-no-museu-da-lourinha/>

(10) 1. Define Paleontologia.

2 tópicos:

T1: Constatar que a Paleontologia é uma ciência.

T2: Referir que é responsável pelo estudo de seres ou organismos antigos que habitaram a Terra.

Tabela 1 – Critérios de correção da questão 1.

Cotação	Critérios de correção de tópico
0 pontos	Não responde ou responde de forma incorreta.
5 pontos	Menciona apenas 1 dos tópicos.
10 pontos	Menciona os dois tópicos.

(15) 2. Explica o que é um fóssil.

3 tópicos:

T1: Associar fóssil ao resto de um organismo ou vestígio da sua atividade.

T2: Referir que ficou preservado de forma natural ou numa rocha.

T3: Indicar que não foi degradado ou outro efeito que o manteve até aos dias de hoje.

Tabela 2 – Critérios de correção da questão 2.

Cotação	Critérios de correção de tópico
0 pontos	Não responde ou responde de forma incorreta.
5 pontos	Menciona apenas 1 dos tópicos.
10 pontos	Menciona 2 tópicos ou 3 com incorreções.
15 pontos	Menciona os 3 tópicos cientificamente corretos.

(10) 3. Indique dois tipos de fósseis presentes no museu.

2 tópicos:

T1: Menciona um dos fósseis presentes no museu, como dentes, ossos/ossadas/esqueletos ou ovos.

T2: Menciona um segundo fóssil dos indicados no tópico anterior.

Tabela 3 – Critérios de correção da questão 3.

Cotação	Critérios de correção de tópico
0 pontos	Não responde ou responde de forma incorreta.
5 pontos	Menciona apenas 1 dos tópicos.
10 pontos	Menciona os dois tópicos.

Nas questões 4, 5 e 6, **selecione** a opção que completa corretamente cada uma das respetivas afirmações.

(5) 4. Os fósseis de *Lourinhanosaurus antunesi* foram encontrados em rochas ____.

(A) sedimentares biogénicas

(B) sedimentares detríticas consolidadas

(C) sedimentares detríticas não consolidadas

(D) sedimentares quimiogénicas

(5) 5. Os dinossauros são considerados...

(A) mamíferos.

(C) répteis.

(B) aves.

(D) anfíbios

(5) 6. Qual o tipo de fossilização que permitiu reconstruir o dinossauro *Lourinhanosaurus antunesi*?

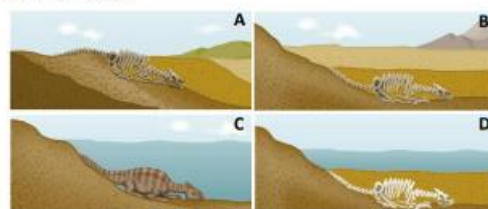
(A) Mineralização.

(C) Conservação em âmbar.

(B) Moldagem.

(D) Conservação em gelo.

(10) 7. Ordene as seguintes imagens de forma a reconstituir a sequência de acontecimentos que levam à formação de um fóssil.



Resposta: C - D - B - A

(10) 8. Classifique as afirmações que se seguem como verdadeiras (V) ou falsas (F).

(A) Um fóssil de idade caracteriza-se por ser muito antigo. F

(B) Um fóssil de ambiente é utilizado para reconstruir paleoambientes. V

(C) É possível encontrar-se, facilmente, um ser vivo fossilizado na sua totalidade. F

(D) Só é possível estudar fósseis de animais terrestres. F

(E) O registo fóssil ajuda na reconstituição da história da Terra. V

(10) 9. Faça corresponder a cada afirmação da coluna A, a respetiva definição, que consta da coluna B. Utilize cada número apenas uma vez.

Coluna A	Coluna B
a) Icnofóssil	1) Fósseis possíveis de observar sem a ajuda de nenhum instrumento.
b) Somatofóssil	2) Organismo atual idêntico às suas formas fossilizadas.
c) Macrofóssil	3) Registo da atividade de um ser vivo.
d) Microfóssil	4) Parte ou totalidade de um organismo fossilizado.
e) Fóssil vivo	5) Fósseis observáveis com recurso a instrumentos.

Resposta: a) - 3; b) - 4; c) - 1; d) - 5; e) - 2.

(5) 10. **Selecione** a opção que completa corretamente a afirmação seguinte.

O ser vivo ilustrado na figura 1 designa-se por ____ e é considerado um ____.

(A) trilobite ... réptil

(B) amonite ... réptil

(C) trilobite ... artrópode

(D) amonite ... artrópode



Figura 1: Organismo fossilizado.

(15) 11. **Comente** a seguinte afirmação: “Encontrar fósseis em rochas magmáticas é uma tarefa quase impossível”.

3 tópicos:

T1: Associa a formação de uma rocha magmática à consolidação/arrefecimento de lava ou magma e/ou a um ambiente com temperaturas elevadas.

T2: Correlaciona com a impossibilidade de preservação de um fóssil.

T3: Conclui que a afirmação é verdadeira (também aceite se o aluno começar por aqui).

Tabela 4 – Critérios de correção da questão 11.

Cotação	Critérios de correção de tópico
0 pontos	Não responde ou responde de forma incorreta.
5 pontos	Menciona apenas 1 dos tópicos.
10 pontos	Menciona 2 tópicos ou 3 com incorreções.
15 pontos	Menciona os 3 tópicos cientificamente corretos.

Bom trabalho!

Apêndice 3. Teste de verificação de aprendizagens

Ciências Naturais	7.º ano de escolaridade	
Duração: 50 minutos	/05/2021	
FICHA DE AVALIAÇÃO SUMATIVA Nº5		
Nome:	Nº:	Turma:
Classificação:	Enc. de Educação:	

Grupo III

O comportamento das trilobites

Há 480 milhões de anos, *Ampyx priscus*, uma criatura marinha chamada trilobite, habitava os locais que hoje conhecemos entre França e Marrocos, incluindo Portugal. Estes animais cegos, com um comprimento médio de cerca de 2cm, ficaram preservados em fileiras (figura 3) e virados na mesma direção em siltitos, rocha com sedimentos mais pequenos do que os do arenito. Os investigadores acreditam que as trilobites *Ampyx priscus* marchavam pelo fundo do mar até que os sedimentos, agitados pelas ondas das tempestades, as enterrassem rapidamente.

"Isto mostra que o comportamento coletivo não é uma inovação evolutiva, surgiu há alguns milhões de anos", afirma o paleontólogo da Universidade de Lyon, Jean Vannier. Nas Bahamas, as lagostas-espinhosas migram atualmente em linhas semelhantes, dependendo, em parte, das variações subtis no campo magnético da Terra para se orientarem.

Adaptado de Greshko, M. (2019, 31 outubro). Fósseis de Criatura que Viveu em Portugal Revelam Comportamento. National Geographic.

<https://www.natgeo.pt/ciencia/2019/10/fosseis-de-criatura-que-viveu-em-portugal-revelam-comportamento>



Figura 3- Fileira de fósseis de *Ampyx priscus* alinhadas com a ajuda de espinhos que detetavam, fisicamente, a presença das restantes enquanto marchavam (adaptado de Jean Vannier em Greshko, 2019).

(4) 1. Classifique os fósseis representados na figura 3, tendo em conta o que ficou preservado na rocha e o seu tamanho.

2 tópicos:

T1: Referir que são somatofósseis.

T2: Referir que são macrofósseis.

Tabela 1 – Critérios de correção da questão 1.

Cotação	Critérios de correção de tópico
0 pontos	Não responde ou responde de forma incorreta.
2 pontos	Menciona apenas 1 dos tópicos.
4 pontos	Menciona os dois tópicos.

Na resposta a cada um dos itens de 2 a 3, selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

(5) 2. Os fósseis de *Ampyx priscus* foram encontrados em ___ e, em Portugal, poderiam ter sido encontradas na região ___.

(A) rochas metamórficas ... de Arouca

(B) rochas metamórficas ... da Lourinhã

(C) rochas sedimentares ... da Lourinhã

(D) rochas sedimentares ... de Arouca

(5) 3. Os animais descritos no texto classificam-se como ____ e as marcas que alguns deixaram, as cruziana, eram vestígios de ____.

(A) artrópodes ... locomoção e alimentação

(C) répteis ... locomoção e alimentação

(B) artrópodes ... locomoção e reprodução

(D) répteis ... locomoção e reprodução

(5) 4. Ordene as frases, de A a E, de modo a representarem as etapas de formação de um fóssil.

A. Erosão e exposição do fóssil à superfície.

B. Morte do organismo.

C. Formação de um molde das partes duras.

D. Os restos do ser vivo são cobertos por sedimentos.

E. Deposição constante de sedimentos, comprimindo os sedimentos nos estratos abaixo.

Resposta: B - D - E - C - A

(5) 5. Identifique o processo de fossilização presente em cada uma das seguintes imagens.



Figura 4A- Fóssil de uma folha.



Figura 4B- Fóssil de um inseto.



Figura 4C- Tronco fossilizado.



Figura 4D- Mamute bebé encontrado em gelo.



Figura 4E- Parte de um esqueleto fóssil.

A. Moldagem B. Conservação (em âmbar) C. Mineralização

D. Conservação/Congelação/Congelamento E. Mineralização

(6) 6. Explique as vantagens do tipo de fossilização representado no fóssil de inseto (figura 4B) para a investigação científica.

3 tópicos:

T1: Mencionar que o organismo está fossilizado por conservação.

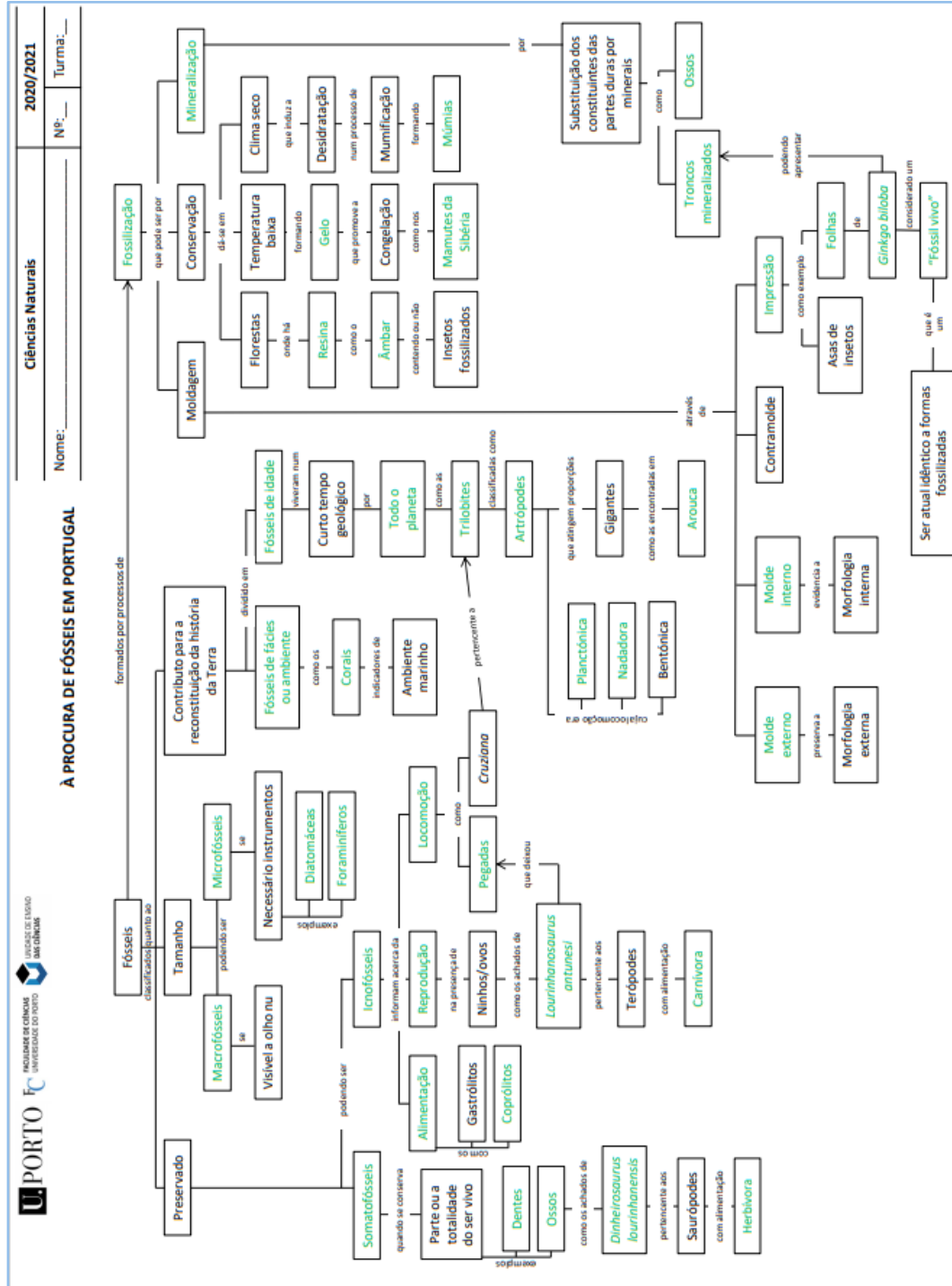
T2: Referir que as partes moles/todo o organismo é preservado OU que não há degradação.

T3: Concluir que, assim, todo o organismo pode ser estudado pela comunidade científica.

Tabela 1 – Critérios de correção da questão 1.

Cotação	Critérios de correção de tópico
0 pontos	Não responde ou responde de forma incorreta.
2 pontos	Menciona apenas 1 dos tópicos.
4 pontos	Menciona 2 tópicos ou 3 com incorreções.
6 pontos	Menciona os 3 tópicos cientificamente corretos.

Apêndice 4. Mapa de conceitos



Apêndice 5. Planificação da aula 1 e 2

Ano letivo 2020-2021 Programa de Intervenção: “À procura de fósseis em Portugal: Promoção da aprendizagem significativa em alunos do 7º ano de Ciências Naturais” Ciências Naturais 7º ano Plano de aula 1 (50min)					
Tema: Terra em Transformação Subtema: A Terra conta a sua história					
Aprendizagens Essenciais	Campo conceptual	Recursos	Avaliação	Estratégias de trabalho	Cronograma
Identificar as principais etapas da formação de fósseis e estabelecer as possíveis analogias entre as mesmas e o contexto real em que os fenómenos acontecem.	Paleontologia	Teste Diagnóstico	Grelha de registo sistemático do professor Teste Diagnóstico	Registo do sumário: Introdução ao estudo do subtema “A Terra conta a sua História”. Teste diagnóstico: “Os fósseis de Portugal”. Paleontologia e tipos de fósseis. O estudo dos dinossauros no contexto nacional.	5min
	Paleontólogo	Computador		Resolução do Teste Diagnóstico.	20min
	Fóssil	Projektor		Apresentação da temática em estudo e articulação com aprendizagens anteriores.	5min
	Ícnofóssil (gastrolito, coprólito)	Apresentação PowerPoint		Exploração de uma apresentação PowerPoint: <i>A procura de fósseis em Portugal: Promoção da aprendizagem significativa em alunos do 7º ano de Ciências Naturais – Parte I”</i> , promovendo o questionamento dos alunos e mediando a discussão surgida.	15min
	Somatofóssil	Manual escolar		Levantamento das ideias dos alunos e registo dos conceitos mais importantes no quadro. Transcrição do produto final obtido no caderno diário, pelos alunos.	5min
Explicar o contributo do estudo dos fósseis e dos processos de fossilização para a reconstituição da história da vida na Terra.	Macrofóssil Microfóssil Dinossauros (Terópode, <i>Lourinhanosaurus antunesi</i>)	Caneta Quadro branco			

Ano letivo 2020-2021 Programa de Intervenção: “À procura de fósseis em Portugal: Promoção da aprendizagem significativa em alunos do 7º ano de Ciências Naturais” Ciências Naturais 7º ano Plano de aula 2 (50min)					
Tema: Terra em Transformação Subtema: A Terra conta a sua história					
Aprendizagens Essenciais	Campo conceptual	Recursos	Avaliação	Estratégias de trabalho	Cronograma
	Trilobites (artrópode, <i>cruziana</i>)	Computador	Grelha de registo sistemático do professor	Registo do sumário: Condições que favorecem o processo de fossilização. Tipos de fossilização. O estudo das Trilobites e de um “fóssil vivo” no contexto nacional.	5min
	Dinossauros (Saurópode, <i>Dinheirosaurus lourinhanensis</i>)	Projektor			
	Plantas (Gimnospérmica, <i>Ginkgo biloba</i>)	Apresentação PowerPoint		Exploração de uma apresentação PowerPoint: <i>A procura de fósseis em Portugal: Promoção da aprendizagem significativa em alunos do 7º ano de Ciências Naturais – Parte II</i> , promovendo o questionamento dos alunos e mediando a discussão surgida.	25min
	Fossilização	Manual escolar			
Identificar as principais etapas da formação de fósseis e estabelecer as possíveis analogias entre as mesmas e o contexto real em que os fenómenos acontecem.	Mineralização	Caneta	Mapa de conceitos		
	Moldagem	Quadro branco			
	Molde interno, externo e impressão	Vídeo do YouTube: <i>Dinossauros de Portugal (Museu da Lourinhã)</i>		Visualização de um vídeo do YouTube, intitulado <i>Dinossauros de Portugal (Museu da Lourinhã)</i> , e exploração do mesmo.	15min
	Conservação / Mumificação	Mapa de conceitos			
Explicar o contributo do estudo dos fósseis e dos processos de fossilização para a reconstituição da história da vida na Terra.	“Fóssil vivo”				
	Fóssil de idade				
	Fóssil de fácies ou de ambiente			Levantamento dos conceitos mais importantes no quadro e solicitar que os alunos transcrevam para o caderno diário.	5min

Apêndice 6. Apresentação multimédia da aula 1

Lição nº

/5/2021

Sumário:

- Introdução ao estudo do subtema “A Terra conta a sua História”.
- Teste diagnóstico: “Os fósseis de Portugal”.
- Paleontologia e tipos de fósseis.
- O estudo dos dinossauros no contexto nacional.

Teste Diagnóstico

Duração: 15 minutos

Ciências Naturais | 2020-2021 | 7º ano de escolaridade



À procura de fósseis em Portugal

Promoção da aprendizagem significativa em alunos do 7º ano de Ciências Naturais

Parte I

(Direção-Geral da Educação, 2018)

Aprendizagens essenciais

- Identificar as principais etapas da formação de fósseis e estabelecer as possíveis analogias entre as mesmas e o contexto real em que os fenómenos acontecem;
- Explicar o contributo do estudo dos fósseis e dos processos de fossilização para a reconstituição da história da vida na Terra.

(Sahni, 2021)

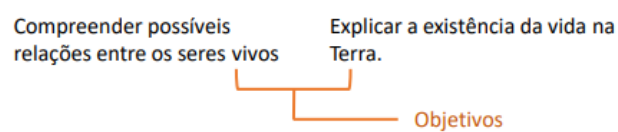
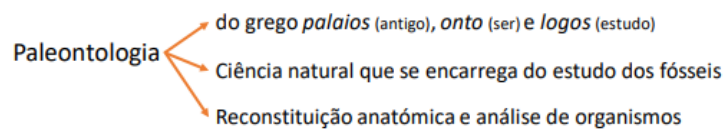
Estudo dos fósseis



Figura 1: 3 paleontólogos a trabalhar no campo.

(Elliot, 2020)

Estudo dos fósseis



O que é um fóssil?

- Artefacto de vida preservado no registo geológico (Grotzinger & Jordan, 2014a)
- Resto de um organismo, ou vestígio da sua atividade, que ficou **preservado de forma natural**, além do tempo expectável para a sua decomposição (Mateus, 2020)

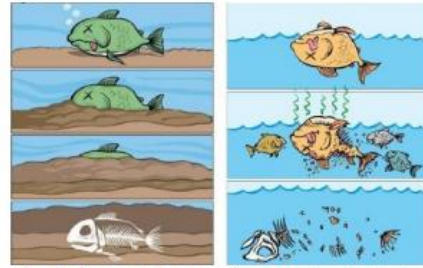


Figura 2: Representação esquemática de um peixe a fossilizar (à direita) e de um peixe a decompor-se (à esquerda) (adaptado de Answers in Genesis, 2003).

Lourinhanosaurus antunesi – lagarto da Lourinhã

Encontrado
Lourinhã

Homenagem ao paleontólogo
professor Miguel Tello Antunes

Nome da espécie



Figura 3: Tamanho comparativo entre um *L. antunesi* juvenil, um *Homo sapiens sapiens* adulto e uma barra de 2m (Mateus, 2014, p.59).

(Mateus, 1998)
(Antunes e Mateus, 2003)

Animal
Réptil
Dinossauro
Terópode
(Carnívoros com
dois apoios)

Classificação dos fósseis



Figura 4: Réplica de esqueleto de *L. antunesi* no museu da Lourinhã (Mateus, 2008).



Figura 5: Fósseis de dentes semelhantes aos dos atuais tubarões (Grotzinger & Jordan, 2014a, p.198).

Fósseis de parte ou da totalidade
do ser vivo

Somatofósseis

(Mateus, 2020)
(Wings, 2007)

Classificação dos fósseis

Vestígios de alimentação

←



Figura 6: Gastrólitos de crocodilo fóssil (adaptado de Wings, 2007, p.4).

Fragmentos rochosos que facilitam a digestão

↓

Foram encontrados 32 junto ao primeiro *L. antunesi* descoberto

Vestígios da atividade dos seres vivos

→

Marcas, impressões fósseis ou icnofósseis

(Mateus, 2020)
(Wood & Wilmshurst, 2014)

Classificação dos fósseis

Vestígios da atividade dos seres vivos

→



Figura 7: Diferentes formas de coprólitos de vertebrados, encontrados na Nova Zelândia (Wood & Wilmshurst, 2014, p.38).

Vestígios de alimentação

↓

Fezes fossilizadas

Vestígios da atividade dos seres vivos

→

Marcas, impressões fósseis ou icnofósseis

(Mateus, 2020)

Classificação dos fósseis



Figura 8: Pegadas de dinossauros Terópodes em Porto das Barcas, Lourinhã (Antunes e Mateus, 2003, p.87).



Figura 9: Pegadas de dinossauros Terópodes na Praia da Corva (Antunes e Mateus, 2003, p.88).

Vestígios da atividade dos seres vivos

→

Marcas, impressões fósseis ou icnofósseis

(Mateus, 2020)

Classificação dos fósseis



Figura 10: Ninho de *L. antunesi* encontrado na praia do Caniçal, Lourinhã, em 2019 (NOVA School of Science and Technology, 2019).



Figura 11: Ilustração do esqueleto embrionário de *L. antunesi* (Antunes e Mateus, 2003, p.83, por S. Mateus).

Vestígios de reprodução

Marcas, impressões fósseis ou icnofósseis

(Grotzinger & Jordan, 2014b)

Classificação dos fósseis



Figura 12: Ossos do esqueleto de *L. antunesi* recolhidos em Peralta nos anos 80 (Mateus, 2007).

Visíveis numa escala macroscópica (a olho nu)

Macrofóssil

(Grotzinger & Jordan, 2014b)
(Quinn, 2008)

Classificação dos fósseis

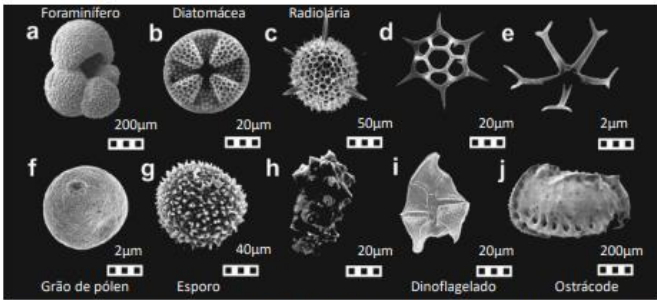


Figura 13: Microfósseis analisados em microscopia de varrimento (adaptado de Quinn, 2008, p.276).

Visíveis numa escala microscópica (são necessários instrumentos para visualizar)

Microfósseis

Referências

- Antunes, M. T., & Mateus, O. (2003). Dinosaurs of Portugal. *Comptes Rendus Palevol*, 2(1), 77–95. [https://doi.org/10.1016/s1631-0683\(03\)00003-4](https://doi.org/10.1016/s1631-0683(03)00003-4)
- Direção-Geral da Educação. (2018). *Aprendizagens essenciais de Ciências Naturais, 7º ano*. Direção-Geral da Educação. https://www.dge.mec.pt/sites/default/files/curriculo/Aprendizagens_Essenciais/3_ciclo/ciencias_naturais_3c_7a_ff.pdf
- Elliott, D. (2020). *Paleontology*. Salem Press Encyclopedia of Science. <https://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=a90706e0-b1c7-41a7-b0ae-f180f6c7614f%40pdc-v-sessmgr06&bddata=jkF1dGhUeXBIPWlWLNNoaWisdWlkJmxbmc9cHQtcHQMczl0ZTlZHMtGIZZSzY29wZT1zaXRlI#db=ers&AN=89250542>
- Grotzinger, J. P. & Jordan, T. H. (2014a). Chapter 8: Clocks in Rocks: Timing the Geologic Record. In *Understanding Earth* (7ª ed., 195–219). Jessica Fiorillo.
- Grotzinger, J. P. & Jordan, T. H. (2014b). Chapter 11: Geobiology: Life Interacts with Earth. In *Understanding Earth* (7ª ed., 283–312). Jessica Fiorillo.
- Mateus, O. (1998). *Lourinhanosaurus antunesi*, A New Upper Jurassic Allosauroid (Dinosauria: Theropoda) from Lourinhã, Portugal. *Memórias Da Academia de Ciências de Lisboa*, 37, 111–124.
- Mateus, S. (2014). *Fundamentos para uma exposição hipotética do Jurássico Superior da Lourinhã* [Dissertação de Mestrado].
- Mateus, S. (2020). *Património Paleontológico: O que é, onde está e quais as coleções públicas portuguesas* [Tese de Doutoramento].
- Quinn, P. S. (2008). The occurrence and research potential of microfossils in inorganic archaeological materials. *Geoarchaeology*, 23(2), 275–291. <https://doi.org/10.1002/gea.20213>
- Sahni, A. (2021). The Charm of Paleontology. *Journal of the Geological Society of India*, 97(1), 5–8. Springer. <https://doi.org/10.1007/s12594-021-1620-7>
- Wings, O. (2007). A review of gastrolith function with implications for fossil vertebrates and a revised classification. *Acta Palaeontologica Polonica*, 52(1), 1–16.
- Wood, J. R., & Wilmshurst, J. M. (2014). Late Quaternary terrestrial vertebrate coprolites from New Zealand. *Quaternary Science Reviews*, 98, 33–44. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2014.05.020>

Webgrafia de imagens

Figura 1: livre de direitos de autor por Shutterstock

Figura 2: Answer in Genesis. (2003). *Fossilization*. Answers in Genesis. <https://answersingenesis.org/kids/fossils/>

Figura 4: Mateus, O. (2008). *Dinossauros, Insectos e Fotografias*. Lusodinos. <http://lusodinos.blogspot.com/2008/01/>

Figura 10: NOVA School of Science and Technology. (2019). *Mais um grande ninho de dinossauro carnívoro encontrado na Lourinhã*. FCT UNL. <https://www.fct.unl.pt/noticias/2019/06/mais-um-grande-ninho-de-dinossauro-carnivoro-encontrado-na-lourinha>

Figura 12: Mateus, O. (2007). *Lourinhanosaurus, o dinossauro da Lourinhã*. Lusodinos. <http://lusodinos.blogspot.com/2007/04/lourinhanosaurus-o-dinossauro-da.html>

Apêndice 7. Apresentação multimédia da aula 2

Lição nº

/5/2021

Sumário:

- Condições que favorecem o processo de fossilização.
- Tipos de fossilização.
- O estudo das Trilobites e de um “fóssil vivo” no contexto nacional.

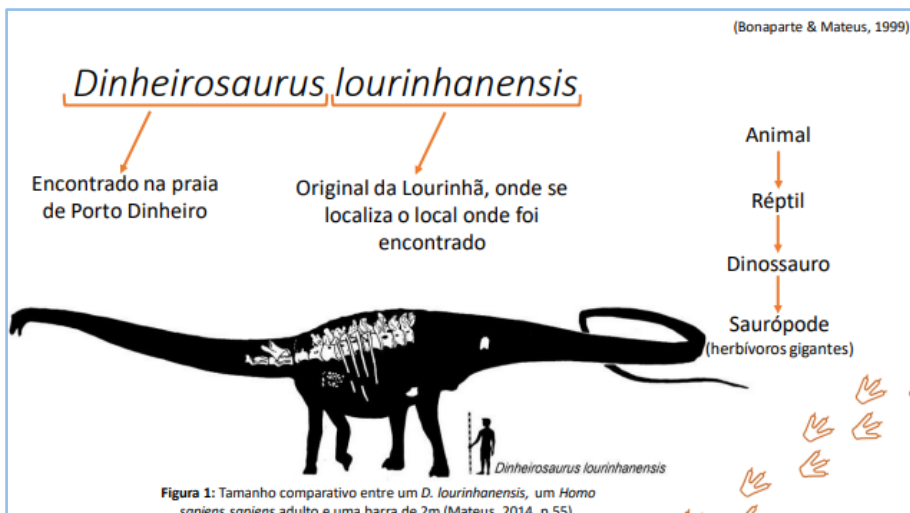
Ciências Naturais | 2020-2021 | 7º ano de escolaridade



À procura de fósseis em Portugal

Promoção da aprendizagem significativa em alunos do 7º ano de Ciências Naturais

Parte II



(Mateus, 2020)

Iconofóssil → Vestígios de locomoção



Figura 2: Monumento Natural da Pedreira do Avelino, em Sesimbra, onde ficaram preservadas pegadas de dinossauros saurópodes.

(Mateus, 2020)

Somatofóssil → Macrofóssil ≠ Microfóssil

Microfóssil → Diatomáceas e foraminíferos



Figura 3: Vértabras de *D. lourinhanensis* expostas no Museu da Lourinhã (Mateus, 2008).

Mas afinal como se forma um fósil?

Vamos ver um vídeo!

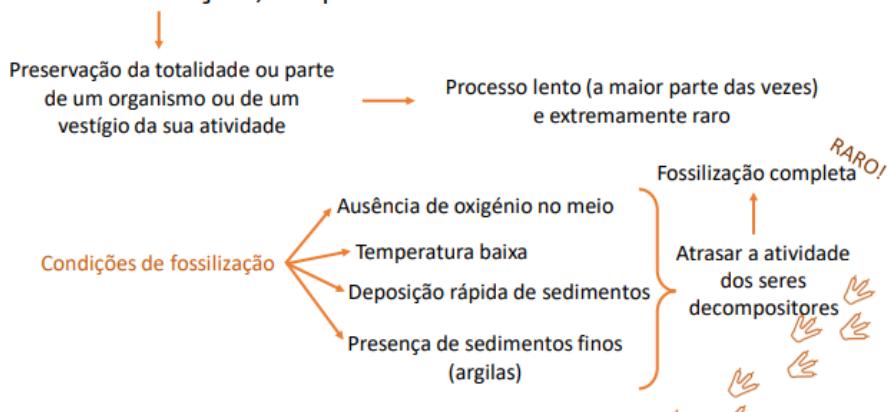
- 1) Quais as rochas onde é mais comum formarem-se fósseis?
 - 2) Em que local afloraram essas rochas no vídeo?
 - 3) Quais os 3 achados dos paleontólogos na Lourinhã?
 - 4) Os gastrólitos engolidos tinham a mesma função do que, atualmente,...
- A) o fígado das aves.
 - B) o fígado dos mamíferos.
 - C) a moela dos mamíferos.
 - D) a moela das aves.

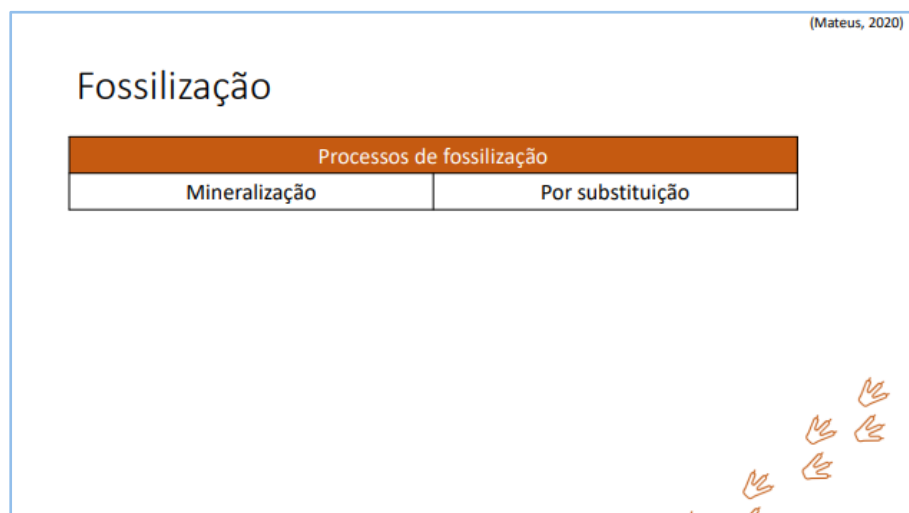
<https://www.youtube.com/watch?v=W9JD9o2LWQ0>

Vamos ver um vídeo!

- 1) Quais as rochas onde é mais comum formarem-se fósseis? **Rochas sedimentares.**
 - 2) Em que local afloraram essas rochas no vídeo? **Nas arribas costeiras da região oeste.**
 - 3) Quais os 3 achados dos paleontólogos na Lourinhã? **Pegadas, ovos com embriões e ossos.**
 - 4) Os gastrólitos engolidos tinham a mesma função do que, atualmente,...
- A) o fígado das aves.
 - B) o fígado dos mamíferos.
 - C) a moela dos mamíferos.
 - D) a moela das aves.**

Fossilização, o que é?





(Couto, 2015)

Trilobites

Surgiram há 521 Ma e extinguiram-se há 252 Ma.



Corpo segmentado com patas articuladas

```

graph TD
    Animal --> Artrópode
    Artrópode --> Trilobite
    Trilobite --> Corpo[Corpo com três lobos]
  
```

Figuras 6: Ilustração da locomoção de trilobites no oceano: bentónicas, nadadoras ou planctónica.

Trilobites - Cruziana



Figuras 7: Pistas de locomoção e alimentação de trilobites encontradas em Arouca (Turismo do Porto e Norte de Portugal, s.d).

(Sá et al., 2006)
(Couto & Lourenço 2008)
(Rocha, 2008)
(Couto, 2015)

Trilobites

Em Portugal → Serra de Valongo

+

Pedreira do Valério, Arouca → Alguns dos maiores exemplares do mundo



Figuras 8: Trilobite enrolada em posição de defesa, como um bicho-de-conta.

Carapaça dura e quitinosa

↓

Mudavam de carapaça para crescerem

Trilobites - exemplos

Figuras 9: Morfologia externa de *Ectillaenus*.

Figuras 10: Agrupamento de *Placoparia*.

Figuras 11: Agrupamento de *Asaphellus* (Centro de Interpretação Geológica de Canelas, 1976).

Fossilização

(Mateus, 2020)

Processos de fossilização	
Mineralização	Por substituição
Moldagem	Molde externo
	Molde interno
	Contramolde
	Impressão ou molde impresso

Moldagem

(Mateus, 2020)

Molde externo → Morfologia externa do organismo

Molde interno → Morfologia interna do organismo

Contramolde → Molde de um outro já existente

Impressão → Molde de estruturas muito finas

Figuras 12: Molde externo.

Figuras 13: Molde interno.

Figuras 14: Impressão.

Folhas ou asas de inseto

(Gong et al., 2008)

Ginkgo biloba

Origem Japonesa

As folhas dividem-se em dois lobos



Figuras 15: Exemplar jovem de *Ginkgo biloba* existente na escola.

Surgiu há 180 Ma.?

Planta

Gimnospérmica

Ginkgoínea

Ausência de flor e fruto (semente nua)

(Gong et al., 2008)

Ginkgo biloba

Árvore de folha caduca



Figuras 16: Folha de *Ginkgo biloba*.



Figuras 17: Fóssil de folha de *Ginkgo*.

Não é exatamente *G. biloba* no registo fóssil, mas um parente *Ginkgo*, há cientistas que preferem "Género vivo"

"Fóssil vivo"

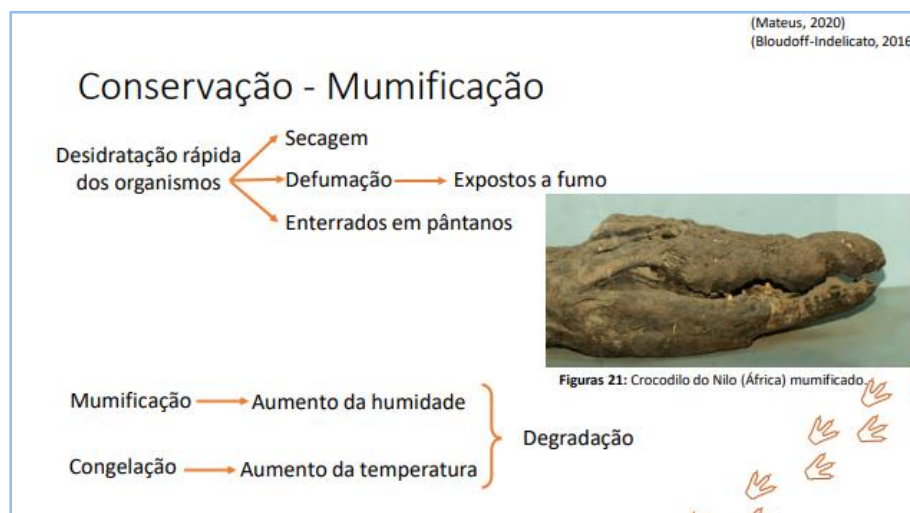
Ser vivo atual com registo fóssil

Impressão no registo fóssil

(Mateus, 2020)

Fossilização

Processos de fossilização	
Mineralização	Por substituição
Moldagem	Molde externo
	Molde interno
	Contramolde
	Impressão ou molde impresso
Conservação	Em âmbar
	Congelação
	Mumificação



(Mateus, 2020)
(Grotzinger & Jordan, 2014)

Os fósseis e a idade da Terra

Ampla distribuição geográfica

Viveram num curto período de tempo à escala geológica

Fósseis de idade →



Servem para **datar** a rocha em que se encontram, relativamente a outra

Figuras 22: Trilobite fossilizada.

(Mateus, 2020)
(Grotzinger & Jordan, 2014)

Os fósseis e a idade da Terra



Surgiram há 570 Ma e ainda existem

Impossível para datar rochas

Perfeitos para **caracterizar o ambiente** (marinho)

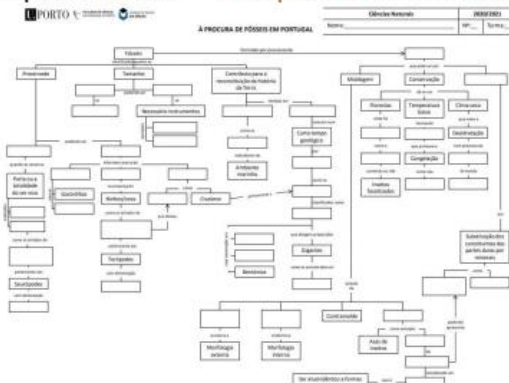
Fósseis de fácies ou de ambiente

Figuras 23: Coral fossilizado.

Trabalho para casa – Mapa de conceitos

A PROCURA DE FÓSSEIS EM PORTUGAL

Nome: _____ Nº: _____ Turma: _____



Referências

- Bloudoff-Indelicato, M. (2016, January 18). *Mummies Around the World—Dried, Smoked, or Thrown in a Bog*. History. <https://www.nationalgeographic.com/history/article/160118-mummies-world-bog-egypt-science>
- Bonaparte, J. F., & Mateus, O. (1999). A new diplodocid, *Dinheirosaurus lourinhanensis* gen. et sp. nov, from the Late Jurassic beds of Portugal. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales*, 5(2), 13–29.
- Couto, H., & Lourenço, A. (2008). Ordovician trilobites from Valongo anticline: An historical and scientific heritage. In I. Rábano, R. Gozalo, & D. García-Bellido (Eds.), *Advances in Trilobite Research* (79–83). Instituto Geológico y Minero de España.
- Couto, H. (2015). 4. Etapas da evolução da vida: Dos estromatólitos às trilobites. In F. S. Borges, A. Amorim, H. Couto, J. Pais, J. P. C. Ribeiro, N. C. Santos, O. Mateus, & O. Bertolami (Eds.), *Do Big Bang ao Homem*. U. Porto Edições.
- Gong, W., Chen, C., Dobeš, C., Fu, C.-X., & Koch, M. A. (2008). Phylogeography of a living fossil: Pleistocene glaciations forced *Ginkgo biloba* L. (*Ginkgoaceae*) into two refuge areas in China with limited subsequent postglacial expansion. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 48(3), 1094–1105. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2008.05.003>
- Grotzinger, J. P. & Jordan, T. H. (2014). Chapter 8: Clocks in Rocks: Timing the Geologic Record. In *Understanding Earth* (7ª ed., 195–219). Jessica Fiorillo.

Referências – continuação

- Mateus, S. (2014). *Fundamentos para uma exposição hipotética do Jurássico Superior do Lourinhã* [Dissertação de Mestrado].
- Mateus, S. (2020). *Património Paleontológico: O que é, onde está e quais as coleções públicas portuguesas* [Tese de Doutoramento].
- Mueller, T. (2017, 11 setembro). *Ice Baby*. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/magazine/2009/05/mammoths/>
- Naglik, B., Kosmowska-Ceranowicz, B., Natkaniec-Nowak, L., Drzewicz, P., Dumańska-Słowik, M., Matusik, J., Wagner, M., Milovsky, R., Stach, P., & Szyszka, A. (2018). Fossilization History of Fossil Resin from Jambi Province (Sumatra, Indonesia) Based on Physico-Chemical Studies. *Minerals*, 8(3). <https://doi.org/10.3390/min8030095>
- Naimark, E., Kalinina, M., Shokurov, A., Markov, A., Zaytseva, L., & Boeva, N. (2018). Mineral composition of host sediments influences the fossilization of soft tissues. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 55(11), 1271–1283. <https://doi.org/10.1139/cjes-2017-0237>
- Rocha, D. (2008). *Inventariação, caracterização e avaliação do património geológico do concelho de Arouca* [Tese de Doutoramento].
- Sá, A. A., Brilha, J., Cachão, M., Couto, H., Medina, J., Rocha, D., Valério, M., Rábano, I., & Gutiérrez-Marco, J. C. (2006). Geoparque Arouca: Um novo projecto para o desenvolvimento sustentado baseado na conservação e promoção do património geológico. *Congresso Nacional de Geologia - Atas*, 7, 893–896.
- Silvério, G., & Madeira, J. (2018). *Âmbar português: O caso de estudo do Apiciano da Praia da Bafureira (Cascais, Portugal)*. *Geonovas*, 31, 67–72.
- Wise, M. (2021). Gemstones and Gem Minerals. In D. Alderton, S. A. Elias (Eds.), *Encyclopedia of Geology* (2ª ed., 523–537). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102908-4.00083-7>

Webgrafia de imagens

Figura 2: minha autoria

Figura 3: Mateus, O. (2008). *O dinossauro Dinheirosaurus lourinhanensis*. Lusodinos. <http://lusodinos.blogspot.com/2008/11/o-dinossauro-dinheirosaurus.html>

Figura 4, 5 e 6: livre de direitos de autor por Shutterstock

Figura 7: Turismo do Porto e Norte de Portugal. (s.d.). *Ícnofósseis da área de Vilarinho*. Portoenorte. <http://www.portoenorte.pt/pt/o-que-fazer/icnofosseis-da-area-de-vilarinho-geossitio-34/>

Figura 8, 9 e 10: minha autoria

Figura 11: Centro de Interpretação Geológica de Canelas. (1976). *Fósseis: As maiores trilobites do mundo*. Museu Das Trilobites. <https://museudastrilobites.pt/fosseis/>

Figura 12, 13, 14, 15 e 16: minha autoria

Figura 17, 18 e 19: livre de direitos de autor por Shutterstock

Figura 20: Desconhecido. (2012, 17 junho). *Bebé mamute encontrado na Rússia será clonado*. The Darwins. <https://ddarwins.wordpress.com/2012/06/17/bebe/>

Figura 21 e 23: livre de direitos de autor por Shutterstock

Figura 22: minha autoria

Apêndice 8. Melhorias para o próximo ciclo de IA

Relativamente ao teste diagnóstico (Apêndice 2), sugerem-se as seguintes melhorias:

- Por influência do texto original, mas incorreto cientificamente, eliminar o termo “pré-históricos” da primeira frase do segundo parágrafo;
- Substituir, na segunda frase do terceiro parágrafo, “... encontrar tanto dentes de dinossauros voadores como espécies exclusivas de que é exemplo o *Lourinhanosaurus antunesi*...” por “encontrar desde dentes a espécies exclusivas como, por exemplo, *Lourinhanosaurus antunesi*...”;
- No terceiro tópico da correção da Q2, indicar somente que um fenómeno ou característica o manteve presente até aos dias de hoje ou até alguém (paleontólogo/investigador) o encontrar;
- No segundo tópico da correção da Q11, substituir “... de um fóssil.” por “... de um ser vivo.”;
- Condensar as questões no menor número de páginas possível porque os alunos não reagem bem ao ver duas folhas com exercícios para fazer em 15 minutos.

No que concerne ao teste de verificação de aprendizagens (Apêndice 3), recomendam-se as alterações seguintes:

- Na primeira frase do texto, substituir “... uma criatura marinha chamada trilobite...” por “... uma criatura marinha classificada como trilobite...”;
- Na legenda da figura, acrescentar o termo trilobite ficando “... fósseis de trilobites *Ampyx priscus*...”.

No que diz respeito à apresentação multimédia que serviu de base para a componente expositiva da aula 1 (Apêndice 6), propõem-se as seguintes alterações:

- Aprimorar a definição de fóssil, no diapositivo 7, para o mais correto cientificamente, de acordo com o que consta no capítulo 2.1.2;
- Na classificação dos fósseis, no diapositivo 10, utilizar o termo icnitos ao invés de impressões fósseis, no sentido de não confundir, posteriormente, com os processos de fossilização.

Por fim, relativamente à apresentação multimédia da aula 2, sugerem-se as seguintes modificações:

- Colocar uma imagem, no diapositivo 5, que ilustre exemplos de microfósseis para lembrá-los;
- Acrescentar o exemplo de conchas, bastante frequente, no diapositivo 11, bem como corrigir que os estromatólitos são vestígios de bactérias e não da sua atividade;
- Sendo considerado um icnogénero, colocar em itálico, no título do diapositivo 14, “*Cruziana*”;
- Na legenda da figura 9, no diapositivo 16, corrigir morfologia externa por morfologia interna;

- No diapositivo 24, se possível, alterar a imagem do crocodilo do Nilo por uma das múmias de Pompeia;
- Substituir a imagem da trilobite fossilizada, no diapositivo 25, por um género que efetivamente é utilizada como fóssil de idade como, por exemplo, *Placoparia*;
- No diapositivo 26, chamar à atenção os alunos de que, à semelhança do que acontece no género *Ginkgo*, as espécies de corais que surgiram há cerca de 570 milhões de anos não são as mesmas que existem atualmente.