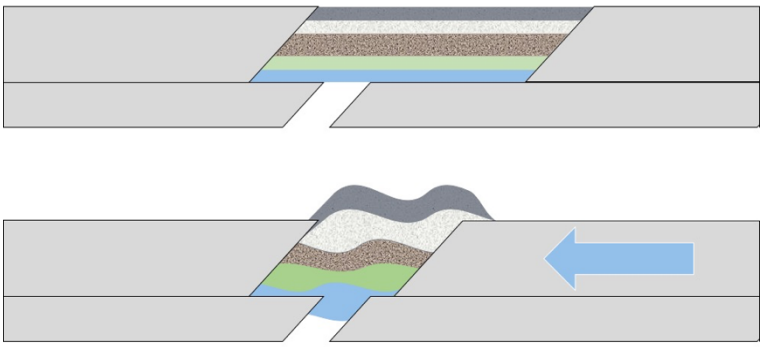


Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais: Fósseis Marinhos em Cadeias Montanhosas

Tiago Ribeiro

Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Unidade de Ensino das Ciências

2018

Orientadores

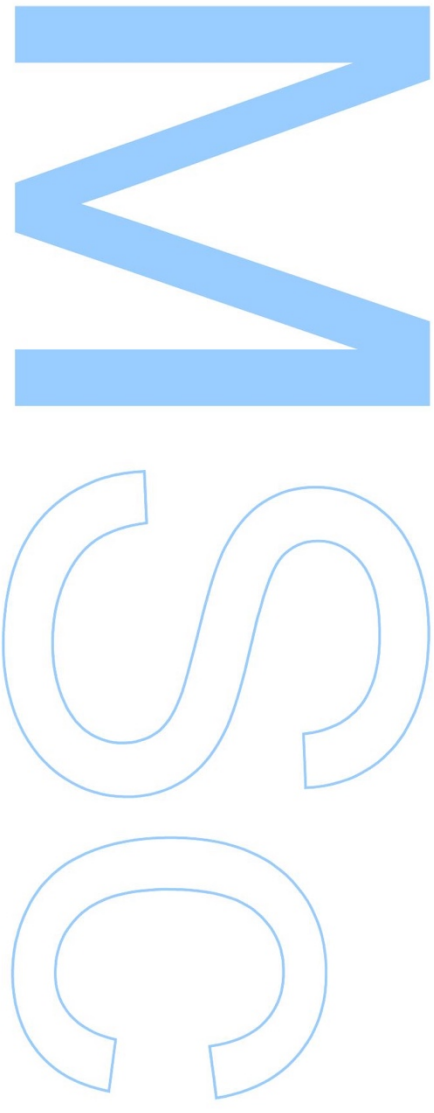
Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar com Agregação, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Luís 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,

Porto, _____/_____/_____



Agradecimentos

À Professora Doutora Clara Vasconcelos, orientadora científica, pelos conselhos, críticas construtivas, disponibilidade e sabedoria que sempre demonstrou ao longo do mestrado. Agradeço ter contribuído para o meu desenvolvimento como professor e como investigador.

Ao Professor Doutor Luís Calafate, orientador científico, pelas suas observações, comentários e saberes partilhados ao longo do mestrado que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

À orientadora cooperante professora Sandra Ferraz, por todo o apoio, consideração e disponibilidade que manifestou durante todo o ano letivo. Agradeço, também, por todos os conhecimentos e experiências que partilhou e que auxiliaram a minha inclusão no dia-a-dia escolar.

Aos meus admiráveis alunos, com quem tive o gosto de ensinar e também aprender. Muito obrigado por todos os momentos que me proporcionaram e por me fazerem sentir tão acarinhado ao longo deste ano letivo. A vocês dedico este trabalho. Nunca vos esquecerei!

À Doutora Marta Ribeiro pelos seus conselhos e críticas na construção dos instrumentos de recolha de dados, enriquecendo este trabalho.

Ao meu colega de estágio, João Pedro Couto, pelo seu companheirismo, amizade e apoio ao longo do mestrado e, em particular, durante este ano de estágio tão desafiante.

Aos meus pais e irmãos por me inspirarem a ser melhor, por todos os valores que me transmitiram e pelo apoio que me deram ao longo do meu crescimento pessoal. Obrigado por me mostrarem que com trabalho e esforço, não há objetivos impossíveis, apenas desafios alcançáveis.

À Alexandra, por todo o amor e carinho que acrescenta à minha vida. Obrigado por todos os conselhos, paciência e críticas, por me desafiares a fazer mais e melhor. Sem ti não era a mesma pessoa! A conclusão desta etapa deve-se, em muito, a ti. O meu sucesso é, também, teu.

Resumo

A implementação de modelos no Ensino das Ciências é considerada fundamental, uma vez que, além de auxiliar a construção do conhecimento científico, também desempenha um importante papel no desenvolvimento de visões acuradas da Natureza da Ciência e de competências investigativas. Adicionalmente, o uso de modelos nas aulas de Ciências auxilia o processo de aprendizagem e promove uma melhor compreensão dos conceitos científicos, suscitando maior interesse, enriquecendo e acurando as conceções dos alunos.

A formação de montanhas foi um dos primeiros fenómenos geológicos simulados através da modelação, ainda no início do século XIX. Vários foram os modelos científicos criados pelos geólogos na tentativa de compreender estruturas de deformação como falhas e dobras. Contudo, a aprendizagem deste conteúdo científico requer um nível de abstração elevado e o recurso a inúmeros conhecimentos prévios o que, frequentemente, leva à origem de conceções alternativas/erróneas. A modelação da formação de cadeias montanhosas poderá facilitar a aprendizagem de um conjunto de saberes fundamentais à compreensão da Terra e da Ciência, assim como a sua mobilização para a resolução de problemas do quotidiano.

A presente investigação teve como objetivo avaliar o impacte da utilização de modelos na aprendizagem dos fenómenos orogénicos e na compreensão da presença de fósseis marinhos nos Himalaias, junto de alunos do 7º ano de escolaridade da disciplina de Ciências Naturais. Assim, foi elaborado um programa de intervenção assente na metodologia de Ensino Baseado em Modelos, posteriormente aplicado numa turma composta por 30 alunos do 7º ano de escolaridade de uma escola da cidade do Porto. A recolha de dados foi efetuada recorrendo às técnicas de inquérito e análise de registos, através de três instrumentos – teste cognitivo, V de Gowin e guião de entrevista –, aplicados numa perspetiva explanatória, segundo o modelo QUAN-qual.

Os resultados demonstraram que a metodologia de Ensino Baseado em Modelos teve um impacte positivo na aprendizagem e compreensão das temáticas referidas, evidenciado pelas diferenças entre os conhecimentos revelados no teste cognitivo realizado antes da aplicação do modelo e as aprendizagens demonstradas no preenchimento do V de Gowin e nas entrevistas. A média obtida no teste cognitivo foi de 60,5%, enquanto a média dos Vês de Gowin foi de 75,2%. Através do cálculo do coeficiente de correlação de Spearman obteve-se ainda uma correlação positiva e significativa ($\rho = 0{,}515; p = 0{,}004$) entre os resultados destes dois instrumentos, o que sugere uma correlação entre os saberes concetuais e o preenchimento do V de Gowin,

sendo que os elementos com melhor resultado no teste são os que melhor respondem ao V de Gowin. A análise de conteúdo das entrevistas revelou, maioritariamente, respostas completas e corretas do ponto de vista científico.

Adicionalmente, recorrendo ao teste de independência do qui-quadrado, foram encontradas diferenças significativas entre diversas respostas do teste cognitivo e do V de Gowin relativamente ao género. Em todas elas, os valores mais elevados de repostas corretas foram encontrados no género feminino o que pode dever-se ao desenvolvimento psicológico tendencionalmente mais precoce nas adolescentes, que acabam por ter mais atenção nas aulas e motivação para a aprendizagem.

O impacte positivo do programa de intervenção foi também sublinhado pelos alunos durante as entrevistas em grupos focais. Os mesmos referiram que "...*conseguimos recriar tudo o que aconteceu nos Himalaias e (...) simplificar coisas que nunca conseguiríamos ver*", revelando que o modelo de formação de cadeias montanhosas utilizado foi um elemento chave para compreenderem um processo geológico que, pela sua natureza, não é observável.

Palavras-chave: Cadeias Montanhosas; Ciências Naturais; Ensino Baseado em Modelos; Ensino Orientado para a Investigação; Fósseis Marinhos; Modelo QUAN-qual.

Abstract

The implementation of models in Science Teaching is considered fundamental. Besides helping the construction of scientific knowledge, it also plays an important role in the development of accurate visions of the Nature of Science and investigative competences. In addition, the use of models in science classes supports the learning process and promotes a better understanding of scientific concepts, raising greater interest, enriching and enhancing students' conceptions.

The formation of mountains was one of the first geological phenomena simulated through modeling, in the early nineteenth century. Several scientific models were created by geologists in an attempt to understand deformation structures such as faults and folds. However, learning this scientific content requires a high level of abstraction and the recall of prior knowledge, which often leads to alternative conceptions. The modeling of mountain building can facilitate the learning of a set of concepts that are fundamental to the understanding of Earth and Science itself, as well as its mobilization to solve daily problems.

The objective of this research was to evaluate the impact of the use of models in the orogenic phenomena learning process and the understanding of the presence of marine fossils in the Himalayas by students of the 7th grade of Natural Sciences. Thus, an intervention program supported on the Model-Based Teaching methodology was elaborated and applied in a class that comprised 30 students of the 7th grade of a school in the city of Porto. The data collection was done using inquiry and record examination techniques, through three instruments – cognitive test, Gowin's Vee and interview guide –, applied in an explanatory perspective, according to the QUAN-qual model.

The results showed that the Model-Based Teaching methodology had a positive impact on the learning and comprehension of the mentioned subjects, evidenced by the differences between the knowledge revealed in the cognitive test carried out before the application of the model and the knowledge showed in the Gowin's Vee and in the interviews. The cognitive test mean was 60.5%, while the Gowin's Vee mean was 75.2%. Spearman's correlation coefficient obtained revealed only a positive and significant correlation ($\rho = 0.515$, $p = 0.004$) between the results of these two instruments, which suggests a correlation between the conceptual knowledge and the Gowin's Vee. The elements with the best cognitive test results are the ones that had the best results on the Gowin's Vee. The content analysis of the interviews revealed a majority of complete and correct answers from the scientific point of view.

In addition, using the chi-square test, significant differences were found between several responses of the cognitive test and of Gowin's Vee and the students' gender. In all of them, the highest values of correct answers were found in girls, which may be due to the usual earlier psychological development in female adolescents, who end up having more attention in class and motivation for learning.

The positive impact of the intervention program was also highlighted by the students during the focus group interviews. They said that "…*we were able to recreate everything that happened in the Himalayas and ... simplify things we could never see*", revealing that the model of mountain building used was a key element to understand a geological process that, due to its nature, is not observable.

Keywords: Inquiry-Based Teaching; Marine Fossils; Model-Based Teaching; Mountain Ranges; Natural Sciences; QUAN-qual Model.

Índice

Agradecimentos I

Resumo III

Abstract V

Lista de figuras IX

Lista de tabelas X

Lista de abreviaturas XI

Capítulo 1. Introdução 1

1.1. Contextualização da investigação 1

1.2. Problema e objetivos da investigação 4

1.3. Organização do Relatório de Estágio 5

Capítulo 2. Enquadramento teórico 7

2.1. Enquadramento científico 7

Deformações da Litosfera: Falhas e Dobras 7

Formação de cadeias montanhosas: o exemplo dos Himalaias 11

Os fósseis marinhos no cimo dos Himalaias: a sua natureza e importância na compreensão da mutabilidade terrestre 13

A Biodiversidade, Ecossistemas e Paleoecologia 15

2.2. Enquadramento educacional 18

Modelos Científicos, Modelos Mentais e Modelos Curriculares e para o Ensino 20

Metodologia de Ensino Baseado em Modelos 21

Capítulo 3. Metodologia da investigação 25

3.1. Classificação da investigação 25

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados 26

Teste cognitivo 26

V de Gowin 27

Guião de entrevista 28

Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados 30

3.3. Caracterização da Amostra 31

Capítulo 4. Programa de Intervenção 33
4.1. Planificação e Recursos educativos 33
4.2. Aplicação do Programa de Intervenção 35
Capítulo 5. Resultados e discussão 37
5.1. Resultados e discussão referentes ao Teste Cognitivo 37
5.2. Resultados e discussão referentes ao V de Gowin 40
5.3. Resultados e discussão referentes às Entrevistas em Grupos Focais 45
Capítulo 6. Conclusões 51
6.1. Conclusões gerais 51
6.2. Limitações e sugestões para futuras investigações 52
6.3. Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional 53
Referências bibliográficas 55
Anexos 63
Anexo 1. Teste Cognitivo 63
Anexo 2. V de Gowin 68
Anexo 3. Guião de Entrevista 69
Anexo 4. Planificação de Aulas 72
Anexo 5. Apresentação multimédia 74
Anexo 6. Grelha de Correção do Teste Cognitivo 79
Anexo 7. Grelha de Correção do V de Gowin 80
Anexo 8. Tratamento da transcrição das Entrevistas Focais 81

Lista de figuras

Figura 1 – Diagramas ilustrativos dos diferentes tipos de falhas. Em a) e b) estão representadas, respetivamente, uma falha normal e uma falha inversa. (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p. 178). 9

Figura 2 – Diagrama representativo de uma dobra antiforma, à esquerda, e sinforma, à direita (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.181). 9

Figura 3 – Esquema representativo de uma região dominada por um contexto tectónico distensivo com estiramento crustal (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.185). 10

Figura 4 – Esquema ilustrativo de um contexto tectónico compressivo, com a formação de um orógeno (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.185). 10

Figura 5 – Diagrama representativo de um contexto tectónico transformante no centro. (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.185).....11

Figura 6 – Bloco diagrama que ilustra o contexto orogénico da cadeia montanhosa dos Himalaias (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.35).....12

Figura 7 – Principais eventos da história da Terra (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, pp.2-3). 16

Figura 8 – Modelo para simular a formação dos Himalaias utilizado no PI. 34

Figura 9 – Registo fotográfico da segunda aula do PI. 36

Figura 10 – Respostas à questão 7 do grupo I do teste cognitivo que evidenciam de conceções alternativas. 39

Figura 11 – Exemplo de resposta ao campo dos “Registos” do V de Gowin (discente I-4). 42

Figura 12 – Exemplo de resposta ao campo das “Transformações” do V de Gowin (discente II-2).....43

Figura 13 – Exemplo de resposta ao campo dos “Juízos de valor” do V de Gowin (discentes VI-1).....45

Lista de tabelas

Tabela 1 – Descritores das metas curriculares do 7ºano de Ciências Naturais relacionados com o Programa de Intervenção (Adaptado de Bonito et al., 2013). 3

Tabela 2 – Objetivos concetuais, educacionais e profissionais do Programa de Intervenção. 4

Tabela 3 – Síntese de alguns grupos de organismos fossilizados de ambiente marinho encontrados nos Himalaias. 13

Tabela 4 – Questões principais, e respetivos objetivos, colocadas durante as entrevistas focais. 29

Tabela 5 – Estatística descritiva referente ao teste cognitivo. 37

Tabela 6 – Frequência de respostas corretas no grupo I do teste cognitivo. 38

Tabela 7 – Frequência de respostas corretas no grupo II do teste cognitivo. 38

Tabela 8 – Frequência de respostas corretas no grupo III do teste cognitivo. 39

Tabela 9 – Resultados do teste de independência do qui-quadrado em relação ao género no teste cognitivo. 40

Tabela 10 – Estatística descritiva referente ao V de Gowin. 41

Tabela 11 – Frequência de respostas por níveis de proficiência nos registos do V de Gowin. 41

Tabela 12 – Frequência de respostas por níveis de proficiência na conclusão do V de Gowin relativa à questão *"Como se formaram os Himalaias?"*. 43

Tabela 13 – Frequência de respostas por níveis de proficiência na conclusão do V de Gowin relativa à questão *"Por que razão existem fósseis marinhos no topo desta cadeia montanhosa?"*. 44

Tabela 14 – Frequência de respostas corretas nos juízos de valor do V de Gowin quanto ao modelo. 44

Tabela 15 – Frequência de respostas corretas nos juízos de valor do V de Gowin quanto aos materiais utilizados. 44

Tabela 16 – Resultados do teste de independência do qui-quadrado em relação ao género no V de Gowin. 45

Tabela 17 – Categorias de análise das entrevistas focais e correspondência com as questões do guião de entrevista. 46

Tabela 18 – Subcategorias e indicadores utilizados na análise de conteúdo das entrevistas. 46

Tabela 19 – Frequências de resposta nas entrevistas focais em relação à categoria "Deformação da Litosfera: Falhas e Dobras". 48

Tabela 20 – Frequências de resposta nas entrevistas focais em relação à categoria "Formação de Cadeias Montanhosas: Os Himalaias". 49

Tabela 21 – Frequências de resposta nas entrevistas focais em relação à categoria "Diversidade paleontológica e Paleoecologia". 49

Tabela 22 – Frequências de resposta nas entrevistas focais em relação à categoria "Metodologia de Ensino Baseado em Modelos". 50

Lista de abreviaturas

EBM – Ensino Baseado em Modelos

EOI – Ensino Orientado para a Investigação

IPP – Iniciação à Prática Profissional

MEC – Ministério da Educação e Ciência

PES – Prática de Ensino Supervisionada

PI – Programa de Intervenção

Capítulo 1. Introdução

O presente relatório de estágio foi elaborado no âmbito da unidade curricular de Iniciação à Prática Profissional (IPP), incluindo a Prática de Ensino Supervisionada (PES), do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. Este documento resulta da elaboração e aplicação de um Programa de Intervenção (PI) implementado numa turma do 7º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto.

1.1. Contextualização da investigação

Atualmente, a formação inicial de professores tem-se distanciado da promoção da visão do professor como "decisor técnico", desenvolvendo, antes, a conceção de professor-investigador (Alarcão, 2001; Beck, 2007). Segundo Alarcão (2001), a noção de professor-investigador surge nos anos 60 associada a Stenhouse. Contudo, desde os anos 30 surgiram defensores deste conceito, apologistas de uma visão dos professores como investigadores da sua ação, inovadores e observadores participantes (Alarcão, 2001). Esta imagem é extraordinariamente atual, quando temos em conta que o entendimento atual de currículo e de gestão curricular exigem que o professor seja "*não um mero executor de currículos previamente definidos ao milímetro, mas um decisor, um gestor em situação real e um intérprete crítico de orientações globais*" (Alarcão, 2001, p. 2). Desta forma, justifica-se o desenvolvimento de um projeto de investigação que alie o desenvolvimento de um conteúdo científico à reflexão do sucesso da sua aplicação a uma metodologia de ensino diferente da tradicional.

Por outro lado, defende-se a promoção de atitudes investigativas não só nos professores, mas também nos alunos. Desta forma, a realização de uma aula laboratorial, articulada com aplicação da metodologia de Ensino Baseado em Modelos (EBM), permite o desenvolvimento cognitivo e atitudinal dos discentes, em particular das suas capacidades investigativas (Khan, 2011). A metodologia de ensino selecionada para este PI (EBM) visa promover a aprendizagem dos discentes, incentivando-os a criar, avaliar e criticar as suas representações cognitivas do sistema/alvo em estudo, ou seja, os seus modelos mentais. Esta metodologia de ensino possibilita uma melhor compreensão dos estudantes sobre fenómenos científicos dificilmente observáveis (como a formação de montanhas), assim como o desenvolvimento de competências e atitudes associadas à prática científica, como a elaboração e teste de hipóteses (Khan,

2011). Adicionalmente, os discentes desempenham um papel ativo na promoção e construção das suas aprendizagens, como é preconizado nas recentes orientações do Ensino das Ciências.

Cada vez mais os professores se deparam com desafios face ao desinteresse e aos resultados pouco satisfatórios que os seus alunos apresentam. Grande parte destas consequências derivam das metodologias de ensino empregues, que são ainda preferencialmente expositivas e sem grande enfoque nas dificuldades e necessidades dos alunos. São vários os relatórios da União Europeia que apontam os desafios para a Educação em Ciências, discutindo a necessidade de tornar a Ciência interessante para os alunos e o papel (e a consequente aplicabilidade) dos currículos de Ciências (Galvão, 2016).

A implementação de atividades de modelação no Ensino das Ciências é considerada fundamental, uma vez que, além de auxiliar a construção de conhecimento científico, também representa um importante papel no desenvolvimento de visões acuradas da Natureza da Ciência e de competências investigativas. Desta forma, o uso de modelos nas aulas de Ciências auxilia o processo de aprendizagem e promove uma melhor compreensão dos conceitos científicos, suscitando maior interesse, enriquecendo e acurando as conceções dos alunos, podendo, adicionalmente, diminuir o desinteresse dos alunos face aos currículos escolares (Vasconcelos & Torres, 2017).

A formação de montanhas – orogenias – foi um dos primeiros fenómenos geológicos simulados por modelação, ainda no início do século XIX. Vários foram os modelos científicos criados por geocientistas, na tentativa de compreender estruturas de deformação, como falhas e dobras. Atualmente, a abordagem dos fenómenos orogénicos no Ensino deve ser mais abrangente e holística, integrando a Teoria da Tectónica de Placas como parte do Ciclo de Wilson (Bolacha, Martins, Barros, Deus & Fonseca, 2009). Contudo, este conteúdo científico requer um nível de abstração muito elevado e o recurso a inúmeros conhecimentos prévios. Desta forma, não é de estranhar a existência de várias conceções alternativas.

A simulação de formação de cadeias de montanhas, recorrendo à modelação, poderá facilitar a aprendizagem de um conjunto de saberes, fundamentais à compreensão da Terra e da Ciência, assim como a mobilização dos mesmos para a resolução de problemas do quotidiano (Bolacha et al., 2009; Bolacha et al., 2006). Esta busca por soluções deve concretizar-se através de um raciocínio científico integrado, não compartimentado nem fechado nas diferentes áreas científicas, possibilitando a permuta de saberes. É neste entendimento que esta investigação será desenvolvida,

instigando a interdisciplinaridade entre a Geologia e a Biologia através do estudo da importância dos registos paleoecológicos presentes na cadeia de montanhosa dos Himalaias.

A temática científica deste PI vai ao encontro das metas curriculares definidas para o 7º ano de escolaridade de Ciências Naturais, fixadas pelo Ministério de Educação e Ciência (Bonito et al., 2013). Estas incluem-se no domínio "Terra em Transformação" e subdomínios "Estrutura e dinâmica da Terra" e "A Terra conta a sua história", em específico nos descritores explanados na tabela 1.

Tabela 1 – Descritores das metas curriculares do 7ºano de Ciências Naturais relacionados com o Programa de Intervenção (Adaptado de Bonito et al., 2013).

Subdomínio "Estrutura e dinâmica da Terra"	**Subdomínio "A Terra conta a sua história"**
• Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil, em materiais diversos, com base numa atividade prática laboratorial; • Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa atividade prática laboratorial; • Relacionar a movimentação observada numa falha com o tipo de forças aplicadas que lhe deram origem; • Identificar, em esquema e imagem, as deformações observadas nas rochas; • Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas.	• Apresentar uma definição de fóssil; • Explicar o contributo do estudo dos fósseis para a reconstituição da história da vida na Terra.

As metas curriculares definidas para a disciplina do 7º ano de Ciências Naturais são exclusivamente da área científica de Geologia. De forma a possibilitar a interdisciplinaridade com a Biologia, recorreu-se a temas científicos abordados nos 5º e 6º anos (2º Ciclo do Ensino Básico) incluídos nos domínios "Diversidade de seres vivos e suas interações com o meio" e "Processos vitais comuns aos seres vivos" das metas curriculares de Ciências Naturais para esses anos de escolaridade (Bonito et al., 2013).

1.2. Problema e objetivos da investigação

O desenvolvimento deste PI procurou avaliar o impacte da utilização de modelos na aprendizagem dos fenómenos orogénicos e na compreensão da presença de fósseis marinhos nos Himalaias no domínio cognitivo de alunos do 7º ano de escolaridade de Ciências Naturais.

Desta forma, foram definidas duas variáveis: a variável independente e dependente. A variável independente consistiu no emprego da metodologia de Ensino Baseado em Modelos e a variável dependente correspondeu ao impacte, no domínio cognitivo dos alunos, da aplicação da metodologia de ensino selecionada.

De forma a encontrar a resposta ao problema de investigação anterior e orientar a aplicação deste plano de intervenção, foram definidos objetivos concetuais, educacionais e profissionais, que se encontram na tabela 2.

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

	Objetivos
Objetivos concetuais	• Explicar a formação de dobras e de falhas, com base numa atividade prática laboratorial; • Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil, relacionando-os com a formação de dobras e de falhas; • Explanar a formação de cadeias montanhosas, em particular nos Himalaias, como resultado da deformação da litosfera; • Explicar a importância da presença de fósseis marinhos no cimo dos Himalaias para a reconstituição da história do nosso planeta.
Objetivos educacionais	• Promover o raciocínio científico e a literacia científica através da metodologia de Ensino Baseado em Modelos na disciplina de Ciências Naturais; • Fomentar o gosto pela prática laboratorial em Ciências Naturais.
Objetivos profissionais	• Desenvolver competências no âmbito da aplicação da metodologia Ensino Baseado em Modelos; • Melhorar competências no âmbito da investigação educacional; • Estimular o desenvolvimento e a emancipação profissional docente, através de uma ação participativa e reflexiva.

É de salientar que os objetivos concetuais (tabela 2) propostos neste PI resultam da adaptação das metas curriculares anteriormente apresentadas (tabela 1).

1.3. Organização do Relatório de Estágio

O presente documento encontra-se estruturado em seis capítulos, ao longo dos quais é a apresentada a introdução, justificação e propósito do estudo, enquadramento científico e educacional, metodologia de investigação, resultados, discussão dos mesmos e conclusões da investigação. A estes acrescem as Referências Bibliográficas e os Anexos.

No primeiro capítulo – introdução – é feita uma breve apresentação da investigação, clarificando o propósito da mesma e esta subdivide-se em três subcapítulos. O primeiro trata da contextualização da investigação, ao longo do qual se procede ao enquadramento e justificação do presente estudo, bem como à contextualização curricular da temática escolhida. No segundo subcapítulo – problema e objetivos da investigação – são expostos o problema de investigação selecionado, assim como os objetivos concetuais, educacionais e profissionais que nortearam esta investigação. Por fim, no último subcapítulo – organização do relatório de estágio – descreve-se sumariamente cada um dos capítulos que constituem o presente relatório de estágio.

O capítulo 2 – enquadramento teórico – inclui o corpo teórico que está na base deste estudo, resultante da pesquisa e análise de literatura científica subjacente ao tema. No primeiro subcapítulo é explicitado o enquadramento relativo às deformações da litosfera, formação de montanhas (em particular dos Himalaias) e importância da Paleontologia e Paleoecologia na reconstituição do passado da Terra. O subcapítulo 2 inclui o enquadramento educacional relativo ao EOI, à metodologia de EBM, à natureza dos diversos modelos utilizados na Ciência e na Educação em Ciências e à Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird.

O terceiro capítulo – metodologia da investigação – encontra-se dividido em três subcapítulos: classificação da investigação; técnicas e instrumentos de recolha de dados; caracterização da amostra. No primeiro define-se a investigação quanto ao método, o segundo aborda as técnicas de recolha de dados e respetivos instrumentos utilizados neste estudo e, finalmente, no terceiro caracteriza-se a amostra participante nesta investigação.

O Programa de Intervenção é apresentado no capítulo 4. Este inclui o planeamento e construção dos recursos educativos empregues e a descrição da aplicação do PI. No capítulo 5 estão organizados os resultados devidamente tratados quer quantitativamente, quer qualitativamente, bem como a discussão dos mesmos.

Por fim, o capítulo 6 – conclusões – reúne todas as conclusões decorrentes desta investigação, dividindo-se em três subcapítulos. No primeiro subcapítulo encontram-se os indicadores resultantes deste estudo. O segundo refere as limitações desta investigação e sugere novas linhas de investigação futuras. Enquanto no subcapítulo são elencados os contributos desta investigação para o desenvolvimento profissional do investigador.

Capítulo 2. Enquadramento teórico

Todas as investigações implicam, antes da sua execução, a realização de uma revisão bibliográfica cuidada sobre as temáticas científicas relevantes para a sua condução. Desta forma, este capítulo encontra-se dividido em duas partes. A primeira parte corresponde ao enquadramento científico e onde é explorado o corpo concetual que está na base deste PI. A segunda parte destina-se ao enquadramento educacional, onde é definida a metodologia de Ensino Baseado em Modelos (EBM), integrando-a no Ensino Orientado para a Investigação (EOI) e discutindo a sua aplicabilidade para a melhoria do processo de Ensino.

2.1. Enquadramento científico

Durante quase dois séculos, os geocientistas desenvolveram várias teorias relacionadas com a tectónica (do grego *tekton*, que significa "construtor"). A tectónica era, então, o termo usado para descrever vários fenómenos, desde as orogenias ao vulcanismo e aos sismos, entre outros processos registados na superfície da Terra (Grotzinger & Jordan, 2014). Na década de 60, deu-se uma grande revolução no pensamento geológico com a apresentação da Teoria da Tectónica de Placas. Esta, rapidamente, se estabeleceu como a única teoria que explicava satisfatoriamente uma ampla gama de processos geológicos, definindo-se como a teoria unificadora da Geologia (Grotzinger & Jordan, 2014).

Deformações da Litosfera: Falhas e Dobras

As rochas que compõem o nosso planeta estão, desde a sua formação, sujeitas a inúmeros fatores que as alteram, modificando, por exemplo, a sua textura e mineralogia – fatores de metamorfismo. Entre múltiplos fatores de metamorfismo, as tensões são dos mais importantes na deformação das rochas, estirando-as, comprimindo-as, dobrando-as e fraturando-as (Fossen, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014; Holmes, 1944; Turcotte & Schubert, 2014).

Por deformação entende-se qualquer alteração nas rochas, causada pelo dobramento, fracturação, cisalhamento, compressão e estiramento, provocada pela atuação de forças tectónicas (Fossen, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014; Turcotte & Schubert, 2014). As diversas deformações que vemos à superfície da Terra são originadas, geralmente, pelos movimentos horizontais das placas litosféricas, umas em

relação às outras. Desta forma, existem, essencialmente, três tipos de forças (Fossen, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014; Turcotte & Schubert, 2014): as forças distensivas – associadas a limites construtivos, onde ocorre a divergência (afastamento) de uma placa em relação à outra –, as forças compressivas – relacionadas com limites destrutivos, onde ocorre convergência (colisão) de uma placa em relação à outra – e as forças de cisalhamento – características de limites conservativos, onde ocorre desligamento de uma placa em relação à outra (movimento transformante).

Dependendo da natureza, reologia e localização dos materiais que compõem as diferentes regiões da litosfera, estes comportam/acomodam as tensões vigentes de forma distinta. Existem dois grandes regimes de deformação na litosfera: o regime frágil e o regime dúctil. Os adjetivos dúctil e frágil são dois termos muito utilizados numa área das Geociências denominada Geologia Estrutural e relacionam aspetos da reologia e mecânica das rochas. Segundo este ramo das Geociências, um material dúctil é aquele que acumula tensões sem que apresente fraturas a nível macroscópico. Pelo contrário, um material frágil é aquele que fratura quando submetido a tensões superiores ao seu limite de elasticidade. Geralmente, as estruturas frágeis ocorrem em locais da crusta onde a temperatura e pressão são mais baixas, enquanto as estruturas dúcteis ocorrem em locais com maior pressão e temperatura. Ou seja, o material rochoso e os seus minerais reagem de forma diferente às tensões existentes na litosfera, dependendo de fatores como a sua anisotropia cristalográfica, temperatura, presença de fluidos, taxa de deformação e pressão (Fossen, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014; Holmes, 1944).

Macroscopicamente, os acidentes tectónicos resultantes da deformação da litosfera mais conhecidos e estudados são as falhas e dobras. Uma falha corresponde a uma fratura com movimento relativo entre os dois blocos que separa, sendo formada num regime de deformação frágil. O movimento dos blocos da falha pode ter uma componente vertical, horizontal ou ambas, originado três grandes famílias de falhas: normais, inversas e transformantes (figura 1). A natureza do movimento está relacionada com a força/tensão que lhe dá origem. Estas estruturas podem apresentar dimensões de apenas alguns centímetros a centenas de quilómetros (Fossen, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014; Turcotte & Schubert, 2014).

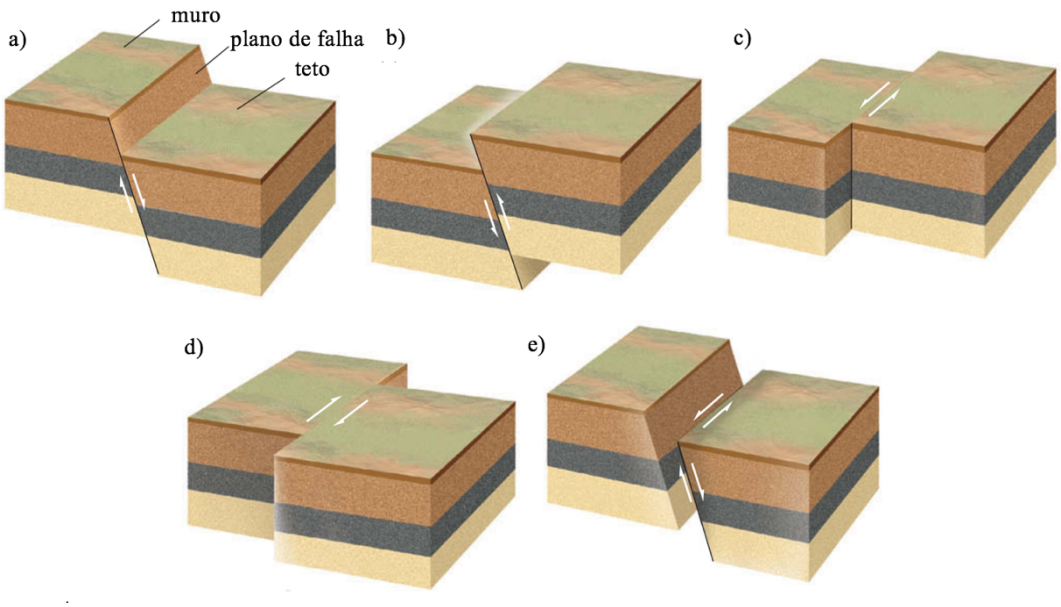


Figura 1 – Diagramas ilustrativos dos diferentes tipos de falhas. Em a) e b) estão representadas, respetivamente, uma falha normal e uma falha inversa. As figuras c) e d) correspondem a falhas transformantes, com componente esquerda e direita respetivamente. Por fim, a figura e) representa uma falha com componete vertical e horizontal (falha normal com componente esquerda) (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p. 178).

Outro elemento geomorfológico muito importante são as dobras. As dobras correspondem a uma forma comum de deformação dúctil observada em rochas na crusta terrestre. Estas estruturas formam-se a partir de uma estrutura originalmente planar, como um estrato, que após experimentar forças compressivas (horizontais ou verticais), dobra e origina superfícies curvas, de dimensões microscópicas a quilométricas. Às dobras com concavidade voltada para baixo dá-se o nome de antiforma. Por sua vez, as dobras com concavidade virada para cima denominam-se sinforma (figura 2) (Fossen, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014; Turcotte & Schubert, 2014).

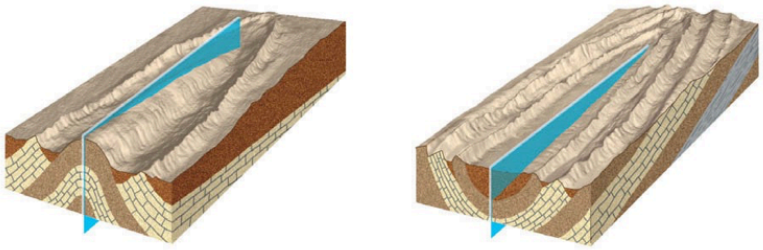


Figura 2 – Diagrama representativo de uma dobra antiforma, à esquerda, e sinforma, à direita (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.181).

Quando o contexto tectónico é dominado por forças distensivas sobre um material frágil, as tensões produzem falhas normais, como acontece num vale de rifte. Exemplos bem conhecidos incluem o Vale do Reno, os vales de rifte da África Oriental e Mar Vermelho, assim como a Dorsal Médio-Atlântica (Grotzinger & Jordan, 2014).

Com o aumento da profundidade a temperatura eleva-se, sendo que por volta dos 20 km, as rochas crustais encontram-se bastante quentes, comportando-se como materiais dúcteis. A deformação que então ocorre é caracterizada pelo estiramento, ao invés de fratura, desse material (figura 3). Esta mudança no comportamento resulta na formação de falhas normais, consequência do regime frágil, com superfícies de falha curvas subhorizontais, efeito do regime dúctil, chamadas falhas lístricas (Grotzinger & Jordan, 2014; Turcotte & Schubert, 2014).

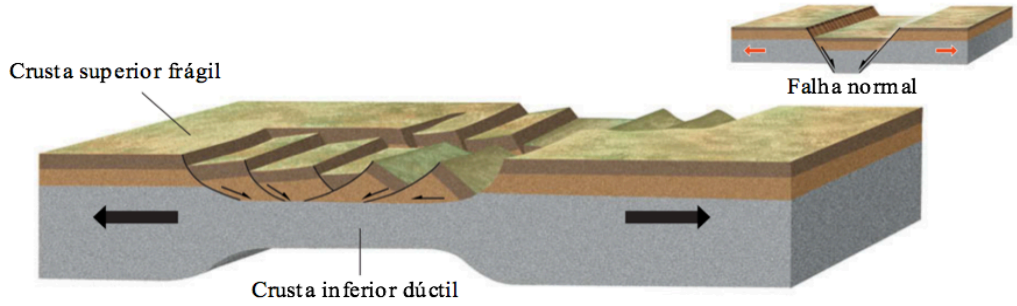


Figura 3 – Esquema representativo de uma região dominada por um contexto tectónico distensivo com estiramento crustal (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.185).

Quando o contexto tectónico é dominado por forças compressivas sob um material frágil, as tensões produzem falhas inversas. Com o aumento da profundidade e temperatura, as rochas comportam-se de forma dúctil. A deformação que então ocorre é caracterizada pelo espessamento, ao invés de fratura, desse material (Fossen, 2016; Grotzinger & Jordan, 2014; Turcotte & Schubert, 2014).

Quando dois continentes colidem, a crusta pode enrugar, resultando em espetaculares orogenias (figura 4). Durante este processo de colisão, formam-se predominantemente falhas inversas no material rochoso frágil e dobras no material mais dúctil. Um exemplo deste cenário tectónico é o caso da colisão, ainda em curso, entre as Placas Africana, Arábica e Indiana com a margem sul da Placa Euroasiática, resultando na formação de cadeias montanhosas como os Alpes e os Himalaias (Grotzinger & Jordan, 2014).

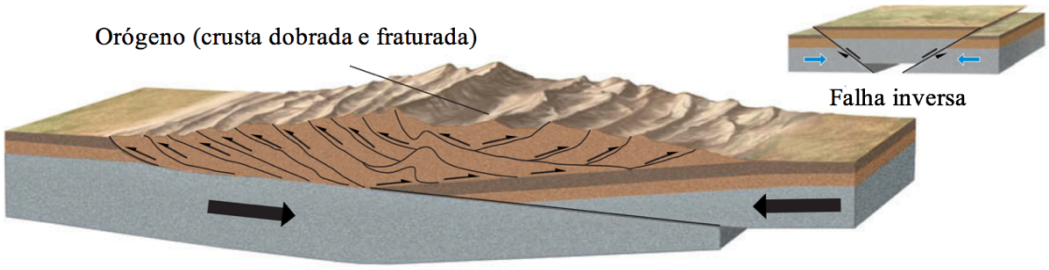


Figura 4 – Esquema ilustrativo de um contexto tectónico compressivo, com a formação de um orógeno (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.185).

Um outro contexto tectónico é marcado pela presença de falhas transformantes ou de desligamento, em que há um movimento tangencial (figura 5). As falhas transformantes podem estender-se por longas distâncias. Um bom exemplo deste tipo de falhas pode ser encontrado no sul da Califórnia, onde existe um corredor de falhas de desligamento direito – Falha de Santo André (Grotzinger & Jordan, 2014).

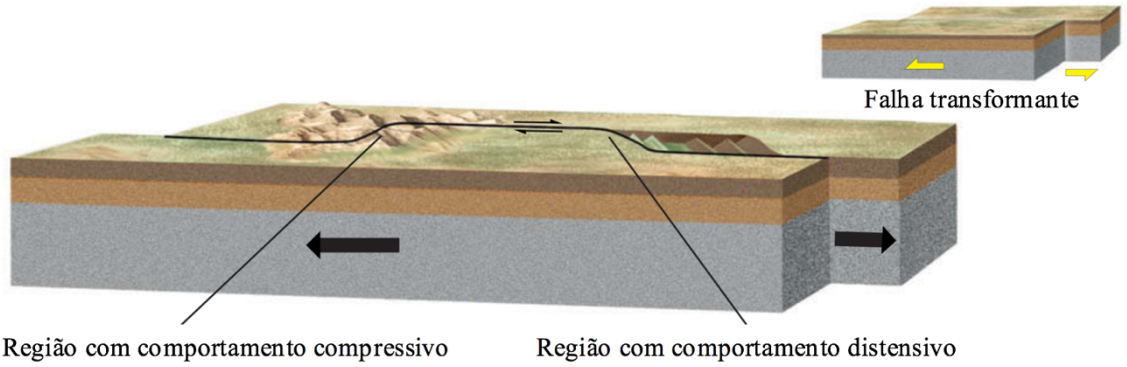


Figura 5 – Diagrama representativo de um contexto tectónico transformante no centro. (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.185).

A partir destes registos da deformação presente na superfície da Terra, os geocientistas podem deduzir as direções de movimento e reconstituir a história tectónica do nosso planeta (Grotzinger & Jordan, 2014).

Formação de cadeias montanhosas: o exemplo dos Himalaias

A litosfera corresponde à camada mais exterior da Geosfera e encontra-se dividida em várias porções denominadas placas litosféricas. As placas litosféricas movimentam-se sobre a astenosfera, uma camada com características plásticas. Este movimento decorre dos mecanismos de geodinâmica interna, originando vários relevos e estruturas presentes no globo terrestre, como enunciado na teoria unificadora do pensamento geológico – a Teoria da Tectónica de Placas (Grotzinger & Jordan, 2014).

Os processos geológicos que atuam durante a convergência de placas, tornam estes limites mais complexos do que os outros tipos de limites. Quando dois continentes convergem, não há ocorrência de subdução, como observado nos limites convergentes oceano-continente. As consequências geológicas de uma colisão deste tipo (continente-continente) são impressionantes, como é exemplo a colisão entre as Placas Indiana e Euroasiática. A Placa Euroasiática sobrepõe-se à Placa Indiana, contudo sem destruição de crusta, formando a cordilheira mais alta do mundo – os Himalaias (figura 6) (Grotzinger & Jordan, 2014).

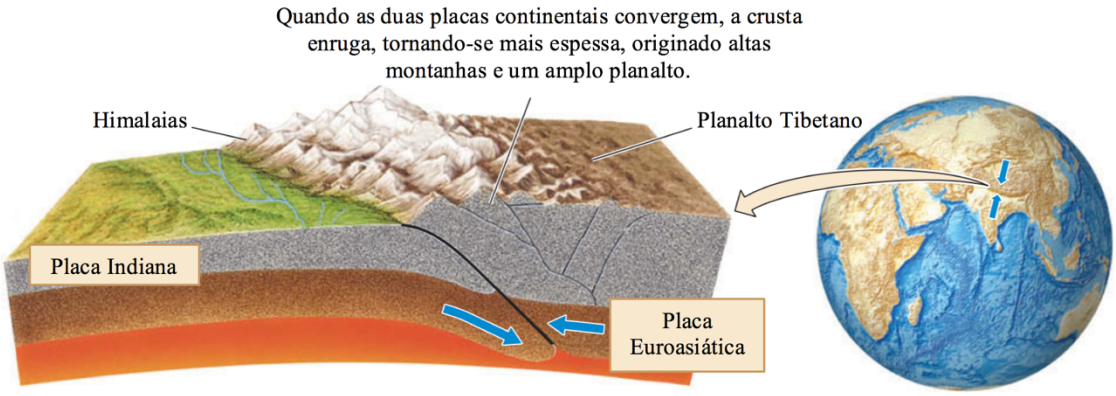


Figura 6 – Bloco diagrama que ilustra o contexto orogénico da cadeia montanhosa dos Himalaias (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, p.35).

Os Himalaias são uma das mais belas e estudadas cadeias montanhosas. Localizada na bordadura do subcontinente indiano, esta cadeia montanhosa incorpora quatro terrenos distintos: *Siwalik*, *Himachal* (Himalaia inferior), *Himadri* (Himalaia superior) e o Himalaia de Tétis (Valdiya, 2016). O arco colisional dos Himalaias (ou orógeno dos Himalaias e Tibete) estende-se por mais de 2500 km de oeste (W) para nordeste (NE), com 200 a 250 km de largura (Le Fort, 1975). Dado a sua enormidade e interesse geotectónico e paleontológico, os Himalaias são alvo de vários estudos.

Há cerca de 60 milhões de anos que a placa Indiana se move na direção norte. Inicialmente, este movimento levou à subducção de parte da placa Indiana sob a placa Euroasiática, destruindo a crusta oceânica que fazia parte do fundo do oceano de Tétis. A crusta oceânica ao colidir com a placa Euroasiática originou episódios de vulcanismo e intrusões graníticas. Estes episódios resultaram da fusão parcial devido ao espessamento da crusta da placa Euroasiática, que deu origem ao início do processo de obdução (Grotzinger & Jordan, 2014). Do ponto de vista da sua formação, defende-se que os terrenos que lhe deram origem sofreram quatro fases de deformação, duas fortes (D1 e D2) e duas mais fracas (D3 e D4), relacionadas com o fecho do oceano de Tétis (Le Fort, 1975; Searle et al., 1987). A colisão entre as duas placas continentais (Euroasiática e Indiana) e fecho deste oceano, há cerca de 50 milhões de anos, durante o Eoceno, marca a passagem de uma sedimentação marinha (tipo *flysch*) para sedimentação continental (Cottle, Larson & Kellett, 2015).

Os Himalaias correspondem a uma série de conjuntos litotectónicos separados por falhas, dominantemente inversas (Cottle et al., 2015). Com a formação do orógeno, houve ainda uma intensa fracturação da crusta acompanhada por migmatização e metamorfismo barroviano, com formação de leucogranitos (Cottle et al., 2015). A deformação associada esta orogenia iniciou-se ainda no Cretácico superior (fases precoces) e mantém-se até hoje (Cottle et al., 2015; Searle et al., 1987).

Os fósseis marinhos no cimo dos Himalaias: a sua natureza e importância na compreensão da mutabilidade terrestre

Ao longo do fecho do oceano de Tétis, provocado pela colisão entre a Placa Indiana e Euroasiática, dá-se a mudança do ambiente sedimentar da região, com a passagem da sedimentação marinha para continental (Le Fort, 1975; Searle et al., 1987). Este episódio encontra-se registado de igual forma no conteúdo fossilífero encontrado nas formações rochosas desde o Paleozoico. Apesar do conteúdo fossilífero presente nos Himalaias ser bastante diversificado, para o desenvolvimento desta investigação, importa salientar apenas os fósseis marinhos aqui presentes.

Nas formações rochosas que compõem os Himalaias existem vários vestígios quer de organismos (somatofósseis), quer da sua atividade (icnofósseis), de várias ordens taxonómicas. Podem-se destacar vários géneros desde foraminíferos e bivalves, a gastrópodes e cefalópodes, até seres mais complexos como peixes, répteis e mamíferos (tabela 3).

Tabela 3 – Síntese de alguns grupos de organismos fossilizados de ambiente marinho encontrados nos Himalaias.

Grupos de fósseis	Espécimes encontrados
Artrópodes marinhos	*Rusophycus* (icnofóssil), *Treptichnus* (icnofóssil)
Bivalves	*Lockeia* (icnofóssil), *Protovirgularia* (icnofóssil), *Monotis, Exogyra, Gryphaea, Mytilus, Hippurites, Trigonia, Inoceraus, Pecten, Ostrea*
Braquiópodes	*Lingulichnus* (icnofóssil)
Cefalópodes	*Turrilites, Acanthoceras, Lytoceras, Phylloceras, Nautilus*
Cnidários	Várias espécies da Ordem Scleractinia
Equinodermes	*Asteriacites stelliformis, A. quinquefolius, Biformites*
Gastrópodes	*Psammichnites* (icnofóssil)
Mamíferos marinhos	*Pakicetus, Rodhocetus, Ichtyolestes, Himalayacetus*
Peixes cartilagíneos	*Otodus, Ptychodus*
Peixes ósseos	*Pycnodus*
Répteis marinhos	*Mesosaurus, Plesiosaurus, Gondwanasuchus*

Incorporados nesta (paleo)biodiversidade existem organismos tão especiais, no estabelecimento da geocronologia, como as trilobites e amonites, e tão espetaculares como espécies ancestrais dos cetáceos (baleias), ou os temíveis répteis marinhos do

género *Plesiosaurus.* É igualmente de salientar a presença dos géneros *Mesosaurus* e *Glossopteris*, importantes no estabelecimento do argumento paleontológico da Teoria da Deriva Continental de Alfred Wegener (Singhet al., 2017; Valdiya, 2016).

Entre muitas outras evidências, a existência de várias espécies marinhas fossilizadas em formações no cimo dos Himalaias, permite-nos reconstituir um (paleo)ambiente bastante diferente do atual. Durante a fragmentação do Gondwana, os terrenos que atualmente estão emersos, seriam parte do fundo oceânico, evidenciando que a massa continental indiana foi-se aproximando da Ásia, formando na sua sutura os Himalaias, como preconizado na Teoria da Tectónica de Placas (Valdiya, 2016). Este facto é bastante importante para a compreensão da mutabilidade da superfície terrestre face à geodinâmica do nosso planeta, levando à sua alteração ao longo de milhares de anos.

Acontecimentos geológicos como a formação de montanhas e os processos de fossilização foram bastante importantes no estabelecimento de um "novo" longo tempo durante o século XIX. Ao longo deste século, surgiu a noção da existência de um outro "tempo" para além da presença do Homem na Terra. Isto é, a Terra teria uma história e evolução independente do Homem, com o seu início anterior ao aparecimento deste. A escala temporal (ou cronológica) era bastante maior do que a admitida na altura, o que foi bastante importante no desenvolvimento de várias ciências como a Paleontologia e a Paleoecologia (Amador & Contenças, 2001).

A compreensão do tempo geológico, através da corrente de pensamento uniformitarista, permitiu a Darwin estabelecer um paralelismo entre os processos geológicos e os processos evolutivos. Quando Charles Darwin, a 27 de dezembro de 1831, partiu no Beagle rumo à costa americana, levava consigo o livro "*Principles of Geology*" de Charles Lyell (uniformitarista). Ao ler esta obra, Darwin ficou sensibilizado com as transformações graduais do planeta, influenciando as suas ideias sobre aquilo que viria a ser o evolucionismo – "*On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*", 1859 (Amador & Contenças, 2001; Brink, Ridder & Woudenberg, 2017; McGowran, 2013).

A Terra seria, segundo Darwin, o relógio da evolução, uma vez que a partir da estrutura e da sequência estratigráfica se poderia reconstruir a ordem em que várias espécies haviam surgido (Brink et al., 2017). Charles Lyell foi um importante naturalista que não só inspirou Charles Darwin, como também foi essencial na criação de um contexto favorável à recetividade da transmutação das espécies de Darwin (Amador & Contenças, 2001).

A presença de fósseis marinhos em cadeias montanhosas como os Himalaias, permitiu a perceção da existência de um "longo tempo" desde o aparecimento da vida. Esta compreensão de "longo tempo", concordante com as lentas mudanças na anatomia e fisiologia dos seres vivos e consequente adaptação destes aos diferentes habitats, foi essencial para o estabelecimento do evolucionismo (Amador & Contenças, 2001; Brink et al., 2017).

A Biodiversidade, Ecossistemas e Paleoecologia

A Terra é um planeta muito particular e habitat de milhões de organismos vivos. Nenhum outro planeta, até agora descoberto, inclui as condições necessárias à existência da vida (Molles, 2016). A vida na Terra resulta da evolução e transformação deste planeta ao longo dos seus 4560 milhões de anos de existência (figura 7) (Grotzinger & Jordan, 2014). Essa evolução levou a transformações profundas que culminaram na presença de condições específicas essenciais à existência de vida como a presença de água no estado líquido e uma atmosfera com oxigénio (Grotzinger & Jordan, 2014; Molles, 2016).

A compreensão da história biológica do nosso planeta é impossível sem a interpretação de dados paleoecológicos. A Paleoecologia é uma ciência interdisciplinar que combina dados biológicos, geoquímicos e moleculares com o objetivo de reconstruir sistemas ecológicos e evolutivos do passado (Seddon et al., 2014). Este ramo científico apresenta várias aplicações desde a investigação de taxas de especiação e extinção, a mudanças e desenvolvimento dos ecossistemas (Seppä, 2018).

Através da análise de dados paleoecológicos e paleontológicos, a vida na Terra terá tido origem há 3500 milhões de anos (Schopf, Kudryavtsev, Czaja & Tripathi, 2007). Desde então, a sua complexidade e diversidade têm vindo a aumentar, sendo um produto do próprio desenvolvimento do planeta e das sucessivas adaptações das várias formas de vida ao meio ambiente. Existem vários marcos importantes da história da vida da Terra (figura 7), para além do seu aparecimento, como o surgimento dos primeiros seres vivos autotróficos e de outros grandes grupos de organismos (Molles, 2016; Schopf et al., 2007).

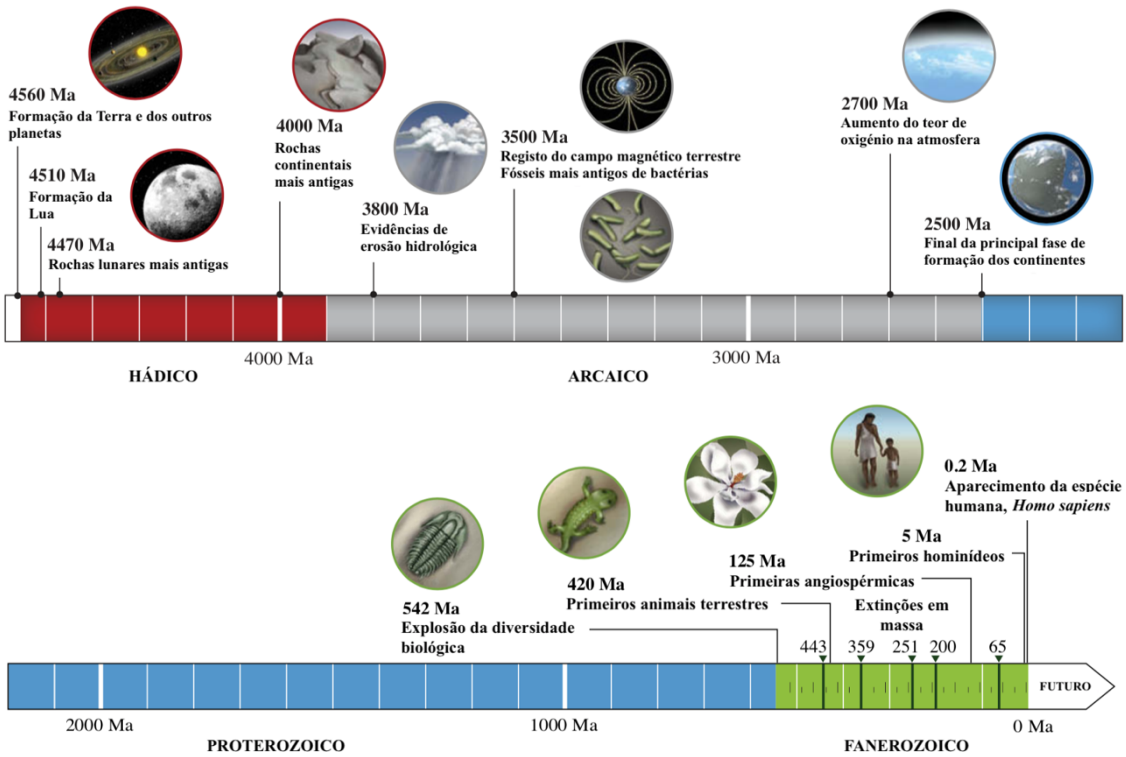


Figura 7 – Principais eventos da história da Terra (Adaptado de Grotzinger & Jordan, 2014, pp.2-3).

A interdependência entre os organismos vivos e meio ambiente que ocupam é o principal objeto de estudo da Ecologia (Molles, 2016). Muitas vezes, no exercício da sua investigação, os ecologistas recorrem a uma maior ou menor escala de análise consoante o seu objetivo e interesse. Isto é, estes podem debruçar-se desde as interações ao nível da biosfera às interações mais específicas, como aquelas que se estabelecem entre indivíduos de uma determinada população (Molles, 2016). A natureza complexa e variável dos trabalhos em Ecologia resulta da enorme biodiversidade presente no nosso planeta, uma vez que esta analisa vários aspetos da multiplicidade biológica como a diversidade genética, comportamental e anatómica das espécies e a pluralidade dos próprios ecossistemas (Molles, 2016).

O primeiro uso e definição do termo “ecossistema” está associado ao ecologista britânico Arthur Tansley, proposto pela primeira vez em 1935 (Molles, 2016). Este autor reconheceu a importância de considerar os organismos vivos e o seu ambiente como um sistema único e integrado. Atualmente, esta aceção do termo evoluiu e um ecossistema é uma fração da biosfera, que inclui uma determinada comunidade biológica e todos os fatores abióticos (como por exemplo a luminosidade, temperatura ou salinidade) que a influenciam (Molles, 2016). Por sua vez, uma comunidade define-se como a associação de diversas espécies relacionadas entre si e que habitam numa determinada área terrestre (Arditi & Ginzburg, 2012; Molles, 2016).

Quando estamos perante uma determinada floresta, deserto, rio ou oceano (por exemplo), estes são ecossistemas onde há absorção, transformação e armazenamento de energia e matéria, resultando em trocas bastante complexas entre os organismos biológicos e o meio (Molles, 2016). Estas interações incluem inúmeros fluxos de matéria e de energia, sendo que uma das relações melhores estudadas entre organismos da mesma comunidade são as relações tróficas que estes estabelecem entre si (Arditi & Ginzburg, 2012; Molles, 2016). Nestas últimas existem três grandes grupos organismos – os produtores, os consumidores e os decompositores – através dos quais de organizam e estabelecem várias relações tróficas que compõem as diferentes teias alimentares presentes nos diversos ecossistemas que compõem o nosso planeta (Arditi & Ginzburg, 2012; Molles, 2016).

Segundo Molles (2016), uma teia alimentar corresponde a um conjunto de relações tróficas que estabelecem dentro de uma comunidade ecológica. De acordo com vários autores (Field, Behrenfeld, Randerson & Falkowski, 1998; Molles, 2016), a produção primária está na base destas interações, uma vez que corresponde à produção de matéria orgânica, ou biomassa, através de processos autotróficos como a fotossíntese e a quimiossíntese.

Na maioria dos ecossistemas, os processos autotróficos são essencialmente fotossintéticos. Um ser autotrófico é um organismo vivo capaz de sintetizar moléculas orgânicas através da absorção da radiação solar (no caso dos seres fotoautotróficos) ou da oxidação de substratos inorgânicos como sulfato de hidrogénio (no caso dos seres quimioautotróficos) (Molles, 2016). Os seres vivos responsáveis pela produção primária podem, também, denominar-se por produtores.

A produção primária é essencial para a existência da produção secundária de biomassa através dos seres heterotróficos, uma vez que parte destes (como por exemplo os herbívoros) criam relações tróficas com seres produtores (como as plantas), fundamentais para o seu crescimento e reprodução (Molles, 2016). A produção secundária de biomassa é definida pela dependência dos organismos heterotróficos do estabelecimento de relações tróficas com outros animais, bactérias, fungos, plantas ou mesmo detritos resultantes da sua atividade biológica (Benke, 2010; Molles, 2016). Um ser heterotrófico é um organismo que utiliza moléculas orgânicas como fonte de energia e de matéria (Molles, 2016). Os seres vivos responsáveis pela produção secundária podem, também, denominar-se por consumidores ou decompositores, dependendo da estratégia de obtenção de matéria e energia.

Quer os seres vivos produtores, quer os consumidores e decompositores desempenham importantes papéis nos diversos ciclos biogeoquímicos (como os ciclos do carbono e do nitrogénio), contribuindo para o equilíbrio dos ecossistemas e da própria

Terra ao longo dos milhares de ano da sua existência (Jacobson, Charlson, Rodhe & Orians, 2000; Molles, 2016).

A compreensão do funcionamento e organização da vida na Terra, através da sinergia dos dados do presente e do passado, poderá permitir-nos delinear estratégias que garantam o seu futuro sustentável.

2.2. Enquadramento educacional

A Educação, tal como a Ciência, progride. Muda a sua visão, os seus propósitos, os seus métodos e os seus interlocutores. Estas transformações resultam de várias reformas na Educação. Atualmente, as entidades responsáveis pela administração escolar e Educação, como o Ministério da Educação e Ciência (MEC), enfrentam grandes desafios relacionados com a Escola enquanto organização. Os desafios mais recentes decorrem de mudanças políticas sobre o que deve ser aprendido, como e por quem (Gilbert & Justi, 2016).

No que se refere ao Ensino das Ciências, as últimas e mais recentes reformas têm dado especial ênfase ao Ensino Orientado para a Investigação (na literatura da especialidade denominado por *Inquiry-Based Teaching*) (Gilbert & Justi, 2016; Kawalkar & Vijapurkar, 2015). Contudo, estas orientações educacionais ainda não estão totalmente implementadas nas escolas portuguesas, não fazendo parte do quotidiano das salas de aula. A este facto podem atribuir-se diversos constrangimentos, nos quais se destaca o desafio, para os professores e escolas, da adoção destas práticas e a desconfiança dos seus resultados para a melhoria do Ensino (Kawalkar & Vijapurkar, 2015). No entanto, nas últimas décadas vários estudos demonstraram as potencialidades destas práticas educacionais não só na construção de saberes (conhecimento científico), assim como no desenvolvimento de competências e atitudes científicas (Kawalkar & Vijapurkar, 2015; Namdar, 2018; Uum, Verhoeff & Peeters, 2017).

O Ensino Orientado para a Investigação (EOI) integra-se numa dimensão pós-positivista de Ciência e socioconstrutivista da aprendizagem, pretendendo contribuir para o desenvolvimento pessoal e social de todos os jovens, incentivando-os a participar de forma crítica na sociedade atual, científica e tecnologicamente avançada. Desta forma, e segundo as novas diretrizes da Didática das Ciências, os conteúdos educacionais são ensinados associados a uma visão externalista da Ciência, com a construção não só de conceitos (saberes), mas também de valores, atitudes e capacidades (competências) (Martins et al., 2017; Omotosho, 2015). Valoriza-se, aquilo

que Fonseca, Barreiras e Vasconcelos (2005) defendem como "*o conhecimento para a ação, assente em perspetivas socioconstrutivistas*" (p.2). Os propósitos do Ensino das Ciências têm assentado em três objetivos: saber Ciência – entender o conhecimento concetual científico –, saber fazer Ciência – participar na construção de conhecimento científico – e compreender a natureza da Ciência – entender questões da filosofia, história e metodologia da Ciência (Cachapuz, Praia & Jorge, 2002; Hodson, 1992; Vasconcelos & Almeida, 2012).

O EOI é frequentemente reduzido ao papel central dos alunos no seu processo de aprendizagem. Porém, segundo Kawalkar e Vijapurkar (2015), o que realmente o distingue esta abordagem de outros tipos de ensino é a função que o professor desempenha. No EOI, o professor não transmite apenas conhecimento concetual, mas, também, orienta e apoia os seus alunos, de forma a auxiliá-los no encontro de explicações/soluções para os seus problemas, baseados na observação, nas evidências, no questionamento e na argumentação (Kawalkar & Vijapurkar, 2015). Neste prisma, o professor é considerado como um facilitador da aprendizagem, levando os seus alunos a recorrer a metodologias científicas com o objetivo de solucionar os seus problemas de investigação (Stender, Schwichow, Zimmerman & Härtig, 2018). Durante os processos de ensino e de aprendizagem, a investigação é, assim, um processo crucial para a busca de solução(ões) (Uum et al., 2017).

Existem variados modos de desenvolver uma Educação que vá ao encontro destas orientações, uma delas é através do trabalho laboratorial. Vários são os autores que defendem a prática do trabalho laboratorial e experimental na sala de aula de Ciências (Fonseca, Barreiras e Vasconcelos, 2005; Kim, & Tan, 2011; Leite, 2000; Wei & Li, 2017). O trabalho laboratorial é tido como elemento potenciador do desenvolvimento de competências, atitudes e valores (Fonseca, Barreiras & Vasconcelos 2005), permitindo atingir objetivos como o aumento da motivação dos alunos, a aprendizagem da metodologia científica e o desenvolvimento de atitudes científicas, como o rigor, persistência, raciocínio crítico e criatividade (Leite, 2000). No ensino das Ciências Naturais no 7º ano de escolaridade, assim como noutros níveis, a construção e/ou manipulação de modelos, incluída numa prática laboratorial, pode afigurar-se como bastante vantajosa. Adicionalmente, os modelos e a modelação são centrais na atividade científica e de acordo com uma perspetiva EOI, a atividade dos alunos em sala de aula deve procurar espelhar a atividade dos cientistas, permitindo que os discentes experienciem o processo de construção de conhecimento e desenvolvam conceções adequadas da Ciência e da Natureza da Ciência (Spronken-Smith, 2012).

Modelos Científicos, Modelos Mentais e Modelos Curriculares e para o Ensino

Os modelos e atividades de modelação desempenham um papel fundamental quer no desenvolvimento da Ciência, quer na Educação em Ciências (Gilbert & Justi, 2016; Khan, 2011; Torres, Moutinho & Vasconcelos, 2015).

Foi durante a década 1960, que a relação entre as teorias científicas e os modelos científicos surgiu como uma importante questão no contexto da Filosofia da Ciência, de forma a conciliar integralmente estes dois aspetos, evidenciando os modelos como veículos de comunicação entre as teorias científicas e o mundo natural ou fenómeno em estudo (Moutinho, Torres, Almeida & Vasconcelos, 2013).

No que se refere ao desenvolvimento científico, os modelos utilizados são designados por modelos científicos. Estes afiguram-se, segundo Giere (2004), como ferramentas representacionais primárias na Ciência, pois os cientistas usam-nos para retratarem aspetos do mundo com propósitos específicos, como a construção de novo conhecimento científico. Sibley (2009) destaca ainda que os modelos científicos são representações partilhadas por especialistas que podem servir para fazer previsões ou retroprevisões (sendo estas últimas muito importantes no que se refere à Geologia). Para tal, a construção de um modelo científico requer a simplificação/abstração do sistema ou alvo, focando-se em determinadas características (não resultando assim numa cópia da realidade), de modo a explicar e/ou prever fenómenos científicos e testar hipóteses (Clement & Rea-Ramirez, 2008; Blanco-Anaya, Justi & Díaz de Bustamante, 2017; Gilbert & Justi, 2016).

Quando um cientista pensa ou formula uma teoria, este acaba por construir vários modelos mentais sobre determinado assunto. Segundo Johnson-Laird (1983), um modelo mental é uma conceção interna de fenómenos externos ou de experiências, resultante de uma construção pessoal e possuem um carácter preditivo e explicativo. Este tipo de modelos influenciam a forma como uma pessoa age, uma vez que esta argumenta e pensa de acordo com os seus modelos mentais (Rook, 2013).

No entanto, a formulação de modelos mentais não é exclusiva da atividade de um cientista. Isto é, todos nós formulamos modelos mentais sobre aquilo que observamos e que nos rodeia, uma vez que estes modelos derivam da necessidade humana de entender a realidade aparentemente complexa do sistema ou alvo que representam (Gilbert & Justi, 2016; Johnson-Laird, 1983; Norman, 1983). Este tipo de

modelos resulta de observações e inferências e, por isso, a imaginação e criatividade humanas revelam-se muito importantes na sua construção (Gilbert & Justi, 2016; Johnson-Laird, 1983; Norman, 1983). A proximidade/similaridade de um modelo depende do propósito e do grau de rigor pretendido (Gilbert & Justi, 2016).

Enquanto os modelos mentais são internos, pessoais, idiossincráticos, incompletos, instáveis e essencialmente funcionais, os modelos científicos são interpretações externas partilhadas por uma comunidade e coerentes com o conhecimento científico aceite por essa comunidade (Johnson-Laird, 1983; Norman, 1983).

Na sala de aula podemos utilizar dois tipos de modelos: os modelos curriculares e os modelos para o ensino (Justi, 2006). Os modelos curriculares são criados a partir de modelos científicos ou históricos, resultando da sua simplificação e adequação ao ensino (Justi, 2006). Os modelos para o ensino são representações criadas com o objetivo específico de ajudar os alunos a aprender algum aspeto de um modelo curricular, geralmente sob a forma de desenhos, simulações e analogias (Justi, 2006). Em ambos os casos, os alunos, para compreenderem o que os rodeia, constroem representações internas (modelos mentais) que lhes permite aprender, explicar e/ou prever os fenómenos em estudo (Gilbert & Justi, 2016; Justi, 2006).

Quando bem sucedida, a aplicação de modelos na sala de aula poderá permitir a construção de novos modelos mentais ou restruturação e enriquecimento de modelos mentais prévios, possibilitando a mudança concetual e momentos significativos de aprendizagem (Gilbert & Justi, 2016; Justi, 2006; Clement & Rea-Ramirez, 2008).

Metodologia de Ensino Baseado em Modelos

Desde o final do século XX, a modelação e os modelos são vistos como veículos facilitadores para aclamada literacia científica[1] (Gilbert & Justi, 2016; Justi & Gilbert, 2002; Gobert & Buckley, 2000; Yacoubian, 2017). Com o (re)conhecimento da importância da modelação na investigação científica, aliada à mudança de paradigma para o Ensino Orientado para Investigação (EOI), surge o Ensino Baseado em Modelos (EBM) como metodologia no Ensino das Ciências.

[1] A literacia científica pressupõe a compreensão do conhecimento científico e da Natureza da Ciência, bem como a capacidade de mobilizar esse mesmo conhecimento para o quotidiano na resolução de problemas (DeBoer, 2000; Yacoubian, 2018).

O EBM é uma metodologia de ensino que emergiu da pesquisa histórico-cognitiva sobre modelos mentais (Amador, 2010) e inclui-se numa perspetiva socioconstrutivista do conhecimento (Clement & Rea-Ramirez, 2008; Justi & Gilbert, 2002). A perspetiva socioconstrutivista sobre a aprendizagem tem como referência Lev Semenovich Vygotsky. Este autor defende que a aprendizagem depende dos contextos sociais com que o indivíduo contacta e da sua compreensão individual sobre os fenómenos que se propõe a aprender (Hetherington & Wegerif, 2018; Scott, Asoko & Leach, 2007; Vygotsky, 1978). Desta forma, o processo de aprendizagem não envolve apenas a simples transmissão do conhecimento entre o professor e o aluno, sendo essencial a relação do estudante com o novo conhecimento e com as suas aprendizagens anteriores e teorias sobre o mundo que o rodeia (Hetherington & Wegerif, 2018; Scott et al., 2007).

Assim, o EBM emerge como uma metodologia de ensino com a capacidade de facilitar a construção de conhecimentos científicos dos alunos, incluindo a reorganização dos seus modelos mentais (Gilbert & Justi, 2016; Moutinho, Moura & Vasconcelos, 2017). O seu objetivo principal é fomentar uma compreensão mais profunda e dinâmica dos fenómenos através da manipulação de modelos (Moutinho et al., 2017). A modelação associada ao Ensino das Ciências promove a aprendizagem, uma vez que requer que os alunos construam explicações de fenómenos científicos, analisem problemas, encontrem e usem dados como parte do seu raciocínio científico[2] (Blanco-Anaya et al., 2017; Clement & Rea-Ramirez, 2008). Adicionalmente, a aplicação desta metodologia de ensino possibilita a promoção do questionamento e da procura de soluções de forma autónoma e através da experimentação, auxiliando o desenvolvimento de espirito-crítico (Vasconcelos & Almeida, 2012).

Apesar do seu potencial, esta metodologia requer um conhecimento específico e um contexto educativo apropriado para a sua aplicação ser bem sucedida, sendo que o papel dos professores continua a ser essencial em todo o processo de aprendizagem, não havendo a sua demissão enquanto agente educativo (Moutinho & Vasconcelos, 2017).

No entanto, para que esta estratégia seja eficaz, é necessário que os professores tenham conhecimento sobre os modelos passiveis de aplicação didática e estratégias a

[2] O raciocínio científico pode ser definido como um conjunto de capacidades investigativas necessárias à construção do conhecimento científico. Capacidades essas que incluem, por exemplo, observação, elaboração de registos, formulação de hipóteses, pensamento crítico, análise e tratamento de dados, enunciação de conclusões (Bao, Xiao, Koenig & Han, 2018).

utilizar. Sem esta compreensão, os professores não conseguem mediar um processo de aprendizagem significativo (Moutinho et al. 2013). Desta forma, sempre que possível, a manipulação de modelos na sala de aula deve contribuir para a explicação de um conteúdo concetual mais complexo (Oh & Oh, 2011) e ser acompanhada por discussão de hipóteses subjacentes ao instrumento para que os alunos possam perceber as limitações deste e impedir que desenvolvam conceções alternativas/erróneas.

Esta metodologia de ensino pode ser aplicada em diversas áreas – como na Biologia, Geologia, Química e Física – e numa variedade de situações, desde o ensino e aprendizagem à resolução de problemas (Gobert & Buckley, 2000). Existem vários estudos, quer quantitativos, quer qualitativos, onde tem sido avaliada positivamente a utilização de pedagogias baseadas em modelos no Ensino da Ciências, em diferentes áreas e níveis de escolaridade (Oh & Oh, 2011).

Capítulo 3. Metodologia da investigação

As descobertas da investigação educacional contribuem significativamente para a teoria e para a prática educacional (Gay, Mills & Airasian, 2012). O exercício da investigação educacional torna-se, assim, fundamental na formação inicial de professores. A investigação consiste na aplicação formal e sistemática do "método científico" para o estudo de problemas. O seu objetivo educacional é essencialmente o mesmo de toda a Ciência: descrever, explicar, prever ou controlar fenómenos (Gay et al., 2012).

3.1. Classificação da investigação

Segundo Gay e colaboradores (2012), as investigações educacionais podem ser categorizadas quanto ao seu método. A classificação quanto ao método tem em conta as estratégias utilizadas na recolha e análise de dados e divide genericamente as investigações em dois grandes grupos: o qualitativo e o quantitativo.

A presente investigação combinou abordagens e técnicas qualitativas e quantitativas, resultando numa combinação de métodos (Coutinho, 2018; Gay et al., 2012). De acordo com os mesmos autores, a combinação metodológica pode ser classificada ainda em três tipos: o modelo QUAL-quan (também intitulado por modelo exploratório, no qual os dados qualitativos são mais representativos), o modelo QUAN-qual e o modelo QUAN-QUAL (também designado por triangulação metodológica, no qual os dados quantitativos e qualitativos são igualmente relevantes). Nesta investigação o modelo seguido foi o QUAN-qual, também denominado por modelo explanatório, uma vez que os dados quantitativos são recolhidos numa primeira fase e são mais representativos do que os dados qualitativos, sendo que estes últimos permitem estabelecer uma compreensão mais profunda do fenómeno em estudo (Gay et al., 2012).

A principal vantagem deste método é juntar as particularidades dos métodos qualitativos e quantitativos, recorrendo ao melhor dos dois, de forma sinergética (Gay et al., 2012). Esta abordagem é bastante desafiadora, impondo que o investigador avalie igualmente os dados quantitativos e qualitativos, os analise criticamente e determine se há conclusões paralelas (Gay et al., 2012).

A recolha de dados aconteceu em 3 momentos distintos. O primeiro momento correspondeu à administração de um teste cognitivo (teste diagnóstico) com questões

relativas à temática científica em causa. O segundo momento decorreu ao longo da aula prático-laboratorial, com recurso à metodologia de ensino (EBM) e preenchimento de um V de Gowin pelos discentes. Por fim, o último momento concretizou-se na realização de entrevistas em grupos focais.

3.2. Técnicas e instrumentos de recolha de dados

No sentido de responder ao problema de investigação apresentado anteriormente, foram selecionadas, como técnicas de recolha de dados, o inquérito e a análise de registos. Os instrumentos de recolha de dados escolhidos foram o teste cognitivo, o V de Gowin e o guião de entrevista.

Na investigação das ciências sociais e humanas, na qual se inclui a investigação educacional, existem três formas de recolha de dados: a administração de um instrumento de recolha padronizado; a administração um instrumento de recolha de dados elaborado pelos próprios investigadores; a recolha de dados já existentes (Coutinho, 2018; Gay et al., 2012). Nesta investigação, os instrumentos de recolha de dados foram elaborados pelo investigador e respetivos orientadores científicos, tendo sindo validados e fidelizados antes da sua aplicação.

Teste cognitivo

Segundo Gay e colaboradores (2012), um teste corresponde a um procedimento formal e organizado que permite obter informações sobre os domínios cognitivos e/ou emocionais (atitudinais) dos inquiridos. Para esta investigação foi selecionado o teste cognitivo, uma vez que se pretendia avaliar processos intelectuais, como o raciocínio, a resolução de problemas e capacidade de análise e aplicação do conhecimento a situações concretas (Gay et al., 2012).

Este instrumento de recolha de dados pode ser dividido em duas categorias: testes com itens de seleção – incluem itens de questões de escolha múltipla, verdadeiro-falso e correspondências – e *supply* – abrangem questões de resposta aberta ou de preenchimento de espaços (Gay et al., 2012). Este tipo de teste permite determinar a proficiência de um indivíduo em determinadas áreas de conhecimento no momento em que é administrado.

Nesta investigação foi empregue um teste cognitivo (Anexo 1) constituído por itens de seleção (que incluem questões de escolha múltipla, ordenações e correspondências) e uma questão de resposta aberta, permitindo detetar as conceções dos inquiridos sobre a temática científica em causa (Gay et al., 2012).

O teste administrado estava organizado em três grupos consoante a área científica predominante em cada um. Todas as questões foram cotadas e corrigidas segundo a sua tipologia e critérios próprios. Os itens de correspondência (grupo I – questões nº 1 e 6) e ordenação (grupo I – questões nº 2 e 3; grupo II – questão nº 6) foram cotados com 8 pontos.

A questão de resposta aberta (grupo II – questão nº 7) foi avaliada em 10 pontos distribuídos por dois tópicos de resposta (cotados com 5 pontos cada). Cada tópico de resposta apresentava 3 níveis de proficiência (a que correspondiam 0, 3 ou 5 pontos) de acordo com os seguintes critérios respetivamente: aluno não responde ou responde de forma incorreta; aluno responde de forma incompleta ou com imprecisões científicas; aluno responde de forma completa e cientificamente correta.

As restantes questões eram de escolha múltipla e foram classificadas de 3 a 5 pontos consoante o número de opções, sendo atribuída a respetiva cotação quando o aluno selecionava apenas a resposta correta. Posteriormente, os testes foram classificados numa escala de 0 a 100 pontos percentuais de acordo com o desempenho do aluno nas respostas dadas.

V de Gowin

O V de Gowin, também denominado por V epistemológico ou V heurístico de Gowin, foi criado na Universidade de Cornell nos Estados Unidos da América em 1997 pelo Professor D. Bob Gowin, resultando de uma década de investigação em várias áreas como Ciência, Educação em Ciência e Filosofia da Ciência e da Educação (Gowin & Alvarez, 2005).

Este instrumento é um diagrama em forma de V que integra um lado conceptual e um lado metodológico. O lado concetual inclui os conceitos, os princípios e as teorias que servem de apoio ao lado metodológico. Este último compreende os registos dos dados, as transformações efetuadas a esses dados e as conclusões retiradas da análise dos mesmos, podendo incluir também os juízos de valor (Leite, 2000; Novak & Gowin, 1996).

Do ponto de vista da aprendizagem, o V de Gowin auxilia os alunos, especialmente os mais jovens, a reconhecer a complexidade do processo de construção do conhecimento. Este diagrama permite estabelecer o encontro entre o novo conteúdo concetual (a ser aprendido) e os conceitos que o aluno detém, possibilitando a restruturação e construção do conhecimento. Adicionalmente, esta ferramenta facilita a

identificação dos diversos conceitos científicos implícitos a um certo tema e as suas relações, sistematizando-os de uma forma condensada e clara (Gowin & Alvarez, 2005).

Além do seu valor no processo de aprendizagem, a análise deste tipo de registo permite averiguar como os alunos organizam e integram os conhecimentos e os procedimentos científicos, sendo também um importante instrumento de recolha de dados utilizado na investigação educacional (Gowin & Alvarez, 2005).

O V de Gowin utilizado nesta investigação compreendia duas questões centrais – "*Como se formaram os Himalaias? Por que razão existem fósseis marinhos no topo desta cadeia montanhosa?*" –, as quais os discentes teriam de solucionar através da atividade de modelação. A ala concetual do V de Gowin estava previamente preenchida.

Todos os Vês de Gowin foram completados individualmente durante a aula laboratorial e, posteriormente, corrigidos e classificados, de acordo com critérios de correção estabelecidos pelo investigador, numa escala de 0 a 100 pontos percentuais. O campo "Registos" – destinado à descrição dos resultados obtidos – foi cotado com 16 pontos repartidos por 4 tópicos de resposta. No quadro das "Transformações" – onde se sistematizam todas as alterações observadas durante a manipulação do modelo –, os discentes eram solicitados a responder a itens de resposta curta e esquemas, classificados com cotações ente os 2 e 6 pontos, totalizando 44 pontos. O espaço "Conclusões" – reservado às respostas às duas questões centrais – contemplava duas respostas com dois tópicos cada e classificadas com os mesmos níveis de proficiência da questão aberta do teste cognitivo referido anteriormente. Por fim, no campo "Juízos de Valor", os alunos teriam de completar cinco itens de resposta curta avaliados com 4 pontos cada.

Guião de entrevista

A entrevista caracteriza-se como um método de recolha de dados através de conversas orais que podem ser individuais ou em grupo (Ketele & Roegiers, 1993). Uma entrevista é, então, uma interação propositada e intencional, na qual o investigador adquire informações sobre o(s) inquirido(s). As entrevistas classificam-se, segundo Gay e colaboradores (2012), em duas grandes categorias: estruturadas e não estruturadas. Neste estudo, foi selecionada a entrevista estruturada, uma vez que foi realizado um guião de entrevista, com um conjunto específico de questões a ser aplicadas aos inquiridos, de forma a facilitar a condução da mesma (Gay et al., 2012).

As entrevistas foram realizadas em seis grupos focais, constituídos por 5 alunos cada. Neste tipo de entrevistas, o investigador procura compreender o entendimento

mútuo dos vários indivíduos, bem como as suas visões pessoais. Os grupos focais são especialmente vantajosos quando a interação entre os inquiridos leva a um entendimento compartilhado das perguntas colocadas pelo investigador (Gay et al., 2012). Durante a condução de uma entrevista deste tipo, deve ter-se particular cuidado na gestão da mesma, de modo a haver uma participação coletiva e equitativa dos membros que a compõem, ao invés do domínio de um ou dois participantes (Gay et al., 2012). Os grupos foram definidos pelo investigador de forma a garantir a homogeneidade intergrupal e a heterogeneidade intragrupal.

Tendo em conta que a realização das entrevistas foi posterior à aplicação da aula laboratorial com recurso à modelação e a especificidade do problema de investigação apresentado, o inquérito por entrevista assume-se como uma estratégia para averiguar se os discentes alcançaram os objetivos inicialmente propostos para este PI. Desta forma, as questões das entrevistas encontram-se agrupadas em duas classes: questões científicas e questões relacionadas com a visão dos discentes acerca da metodologia de ensino. As questões principais e respetivos objetivos, incluídas no guião de entrevista (Anexo 3), encontram-se elencadas na tabela 4.

Tabela 4 – Questões principais, e respetivos objetivos, colocadas durante as entrevistas focais.

	Questão principal	Objetivo investigacional
Questões científicas	**Q1**: O que é uma falha?	Verificar se os alunos compreendem o que é uma falha
	Q2: Quais os tipos de falhas que conhecem?	Discriminar se os discentes expõem os diversos tipos de falhas
	Q3: Quais os tipos de forças que estão na origem das falhas?	Averiguar se os alunos enunciam as diferentes forças envolvidas na formação das falhas
	Q4: O que é uma dobra?	Avaliar se os alunos percebem o que é uma dobra
	Q5: As falhas resultam de materiais com comportamento dúctil ou frágil?	Determinar se os discentes associam as falhas a estruturas formadas sob regime frágil
	Q6: As dobras resultam de materiais com comportamento dúctil ou frágil?	Perceber se os discentes associam as dobras a estruturas formadas sob regime dúctil
	Q7: Como se formam as cadeias montanhosas?	Aferir se os alunos entendem como se formam as cadeias montanhosas
	Q8: Quais são as placas tectónicas responsáveis pela formação dos Himalaias?	Analisar se os discentes identificam as placas Indiana e Euroasiática como responsáveis pela formação dos Himalaias.

	Q9: Qual é a natureza das placas tectónicas que estão na origem dos Himalaias?	Certificar se os discentes identificam corretamente a natureza das placas tectónicas envolvidas na formação dos Himalaias.
	Q10: Qual é a importância geológica da existência de fósseis marinhos no cimo dos Himalaias?	Assegurar se os discentes reconhecem a importância geológica da existência de fósseis marinhos no cimo dos Himalaias
	Q11: Conseguem enumerar alguns dos fósseis presentes nos Himalaias? Quais?	Perceber se os discentes são capazes de elencar alguns dos fósseis presentes nos Himalaias
	Q12: Qual seria o seu papel na cadeia alimentar?	Avaliar se os discentes relacionam corretamente o papel trófico dos organismos fósseis que referiram
Questões sobre a metodologia EBM	**Q13:** Julgam que aprendem melhor ao utilizar modelos como na aula anterior? Porquê?	Inquirir se os discentes consideram que a metodologia de ensino baseado em modelos é benéfica para a sua melhor compreensão dos fenómenos em estudo
	Q14: A utilização do modelo ajudou a formular explicações para os fenómenos geológicos em estudo?	Entender se os discentes julgam que o recurso a modelos facilita o processo de formulação de explicações.
	Q15: Gostavam de aprender outros conteúdos através da utilização de modelos?	Apurar, se no entender dos alunos, estes gostavam de aprender outros conteúdos programáticos com recurso a modelos.

As entrevistas foram gravadas em formato áudio, tendo sido posteriormente transcritas e analisadas. Para tal, as respostas foram codificadas de forma a poderem ser contabilizadas frequências, reduzir a quantidade de dados e simplificar a sua interpretação.

Validade e fidelidade dos instrumentos de recolha de dados

A validade de um instrumento de recolha corresponde ao grau de precisão com que este mede o que se propõe medir, permitindo assim interpretações adequadas dos resultados da investigação. Os dados assim obtidos são válidos se realmente refletirem o fenómeno em estudo. Contudo, um instrumento de recolha não é válido por si só, cada utilização deste requer uma adequada validação (Coutinho, 2018; Gay et al., 2012).

A fidelidade refere-se ao grau de consistência com que o instrumento mede aquilo que é suposto medir. Um instrumento fiável, quando utilizado ao longo do tempo em amostras e contextos similares, origina dados similares (Coutinho, 2018; Cohen, Manion & Morrison, 2017; Gay et al., 2012).

Foi garantida a validade e fidelidade do estudo através de uma correta construção dos instrumentos e uma adequada análise de conteúdo. Os instrumentos de recolha utilizados nesta investigação foram analisados pelos orientadores científicos da IPP+PES e duas especialistas em Ensino das Ciências, de forma a certificar a sua validade e fidelidade.

3.3. Caracterização da Amostra

Para a concretização desta investigação recorreu-se a uma turma do 7º ano de escolaridade de uma escola básica e secundária da cidade do Porto, composta por 30 alunos (n=30) com idades compreendidas entre os 12 e 13 anos (média= 12,2 anos), sendo que 24 elementos têm 12 anos e os restantes 13 anos. Em relação ao género dos participantes, a maioria era do género feminino (n=19; 63,3%), havendo 11 elementos masculinos (n=11; 36,7%). Todos os estudantes eram de nacionalidade portuguesa e residentes no distrito do Porto. Quanto ao aproveitamento escolar, os alunos desta amostra não apresentavam registo de retenções em qualquer ano precedente, sendo o seu aproveitamento no corrente ano letivo classificado como bom.

Segundo Cohen e colaboradores (2017), esta amostra não é probabilística, sendo classificada como amostra de conveniência, uma vez que se tratou de uma turma a cargo de um núcleo de estágio da IPP+PES. Desta forma, não é possível generalizar resultados, mas sim obter indicadores para os parâmetros avaliados.

Capítulo 4. Programa de Intervenção

Foi elaborado e conduzido um PI com base no enquadramento teórico e metodológico apresentado anteriormente com o objetivo de encontrar resposta(s) para o problema e objetivos de investigação enunciados no Capítulo 1. Numa primeira fase foi necessária a elaboração da planificação e dos recursos educativos para a aplicação do PI. Posteriormente foi aplicado o PI durante duas aulas de 50 minutos de Ciências Naturais, sendo que na segunda aula a turma encontrava-se dividida em dois turnos (com quinze elementos cada), perfazendo um total de 100 minutos.

4.1. Planificação e Recursos educativos

A planificação de aula, segundo Cortesão (1999, citado por Praia, Grande & Verde, 2011), consiste na racionalização do processo educativo, fixando os objetivos a atingir num certo espaço de tempo e estabelecendo os meios para os conseguir. Assim, podemos, enquanto professores, evitar a repetição de aprendizagens já conseguidas, estudando melhor o emprego de recursos e selecionando situações, numa perspetiva de otimização e maximização do processo educativo. Desta forma, a planificação docente pode conferir maior eficiência às atividades educacionais para, em determinado prazo, alcançar um conjunto de metas estabelecidas ou repensar sobre os objetivos não atingidos, resultando na melhoria da qualidade de todo o processo educativo.

Desta forma, foram realizadas duas planificações de aula (Anexo 4), onde foram discriminados todos os objetivos e etapas de desenvolvimento das aulas, assim como as tarefas solicitadas aos alunos e a mediação do professor. Estas incluíam também os recursos necessários, estratégias de avaliação e indicadores de aprendizagens. A operacionalização deste PI exigiu a utilização e elaboração de vários recursos educativos, nos quais se incluem: o teste cognitivo (Anexo 1), a apresentação multimédia (Anexo 5), o modelo (figura 8) e o V de Gowin (Anexo 2).

Foi preparado um teste cognitivo (Anexo 1) composto por itens de seleção (que incluíam questões de escolha múltipla, ordenações e correspondências) e uma questão de resposta aberta, permitindo detetar as conceções dos inquiridos sobre a temática científica em causa. Na sua elaboração houve o cuidado na escolha da linguagem, imagens e esquemas, assim como na sua organização e seleção das tipologias das questões.

Conjuntamente, foi elaborada uma pequena apresentação multimédia (Anexo 5) que serviu de suporte à segunda parte da primeira aula do PI. Este elemento pretendia sistematizar algumas informações científicas relacionadas com o tema de forma a contextualizar os discentes em relação ao tema.

O modelo utilizado neste PI consistia numa caixa em acrílico (figura 8). No interior desta encontrava-se fixada uma placa de fenólico, com o mesmo comprimento da caixa de acrílico, que representa o manto. Por cima desta, foram colocadas duas placas de fenólico de diferentes dimensões. A placa maior e fixa representava a placa Euroasiática. A placa mais pequena correspondia à placa Indiana e era móvel para permitir a simulação da convergência de placas e consequentemente a formação da cadeia montanhosa dos Himalaias.

Figura 8 – Modelo para simular a formação dos Himalaias utilizado no PI.

Outro recurso educativo construído neste PI foi o V de Gowin da atividade laboratorial utilizado na segunda aula. Na sua produção, o investigador optou por completar parcialmente os campos deste recurso, nomeadamente o lado concetual (Anexo 2). Esta escolha deveu-se ao facto de este ter sido o primeiro contacto dos discentes com este instrumento, facilitando a sua familiarização e preenchimento.

A avaliação dos alunos neste PI foi formativa, recorrendo-se ao teste cognitivo, a uma grelha de registo sistemático do professor e ao V de Gowin. Este tipo de avaliação instrumentaliza-se de formas variadas, não sendo o teste o único instrumento de avaliação. Há um sentido de continuidade avaliativa com o objetivo principal de regular os processos de ensino e de aprendizagem para a melhoria efetiva das aprendizagens (Leite & Fernandes, 2014). Nesta avaliação, há espaço para uma maior interação entre o professor-aluno e aluno-aluno, sem haver a punição do erro. Esta desconstrução do erro é importante, uma vez que permite ao aluno ter consciência deste e corrigi-lo, e ao professor reorientar a sua estratégia educativa (Leite & Fernandes, 2014).

4.2. Aplicação do Programa de Intervenção

A aplicação do PI desta investigação decorreu na segunda semana de abril de 2018. A sua concretização ocorreu nas aulas de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade de uma turma escola básica e secundária da cidade do Porto de acordo com as planificações de aula (Anexo 4) elaboradas pelo investigador. A temática científica abordada nas aulas está incluída nas metas curriculares da disciplina de Ciências Naturais para o 7º ano de escolaridade, à exceção dos conteúdos relacionados com as relações tróficas que são abordados no 2º Ciclo do Ensino Básico.

Numa primeira aula, segundo a planificação presente no anexo 4, foi administrado um teste cognitivo (Anexo 1) com o intuito de diagnosticar os conhecimentos prévios dos discentes sobre as temáticas científicas relacionadas com a deformação da litosfera, formação de cadeias montanhosas, paleontologia e diversidade biológica. A resolução do teste cognitivo teve a duração de 30 minutos. Posteriormente, o investigador explorou uma apresentação multimédia (Anexo 5) de forma a contextualizar o caso de estudo selecionado (formação da cadeia montanhosa dos Himalaias). Nessa apresentação foram abordados sumariamente os conteúdos científicos relacionados com o enquadramento científico, assim como a apresentação da metodologia de ensino selecionada e a atividade laboratorial. Este momento demonstrou-se essencial, uma vez que permitiu aos discentes familiarizarem-se com a metodologia de ensino (EBM) e com o caso em estudo (os Himalaias), diminuindo as suas incertezas e inquietudes em relação ao que era pretendido.

A segunda aula decorreu no dia seguinte e funcionou com a turma dividida em dois turnos de quinze alunos (a par com a aula de Físico-Química). Esta aula, de natureza laboratorial, iniciou-se pela apresentação do modelo utilizado e seu funcionamento. Tendo em conta que os discentes eram do 7º ano de escolaridade e nunca tinham preenchido um V de Gowin, o investigador introduziu este instrumento e explicou o seu preenchimento. Durante a aula, os discentes foram solicitados a participar ativamente na atividade de modelação, cumprindo todo o procedimento de montagem e manipulação do modelo, em simultâneo com preenchimento do respetivo V heurístico.

Na manipulação do modelo (figura 9), os alunos afastaram as duas placas de madeira cerca de 15 cm e colocaram duas camadas de plasticina de cor diferente, cada uma com cerca de 0,5 cm de espessura. Depois, depositaram um nível de areia com cerca de 1 cm de espessura e dispuseram pequenas conchas. Seguidamente, cobriram a areia e conchas com dois níveis de argila de cor diferente, com cerca de 0,5 cm de

espessura cada um. Por fim, empurraram a placa de madeira móvel em direção à placa de madeira fixa. O investigador apenas interveio na colocação de questões relacionadas com a atividade, confrontando criticamente os alunos com o que estavam a observar e manipular, e auxiliou na interpretação do preenchimento dos Vês de Gowin.

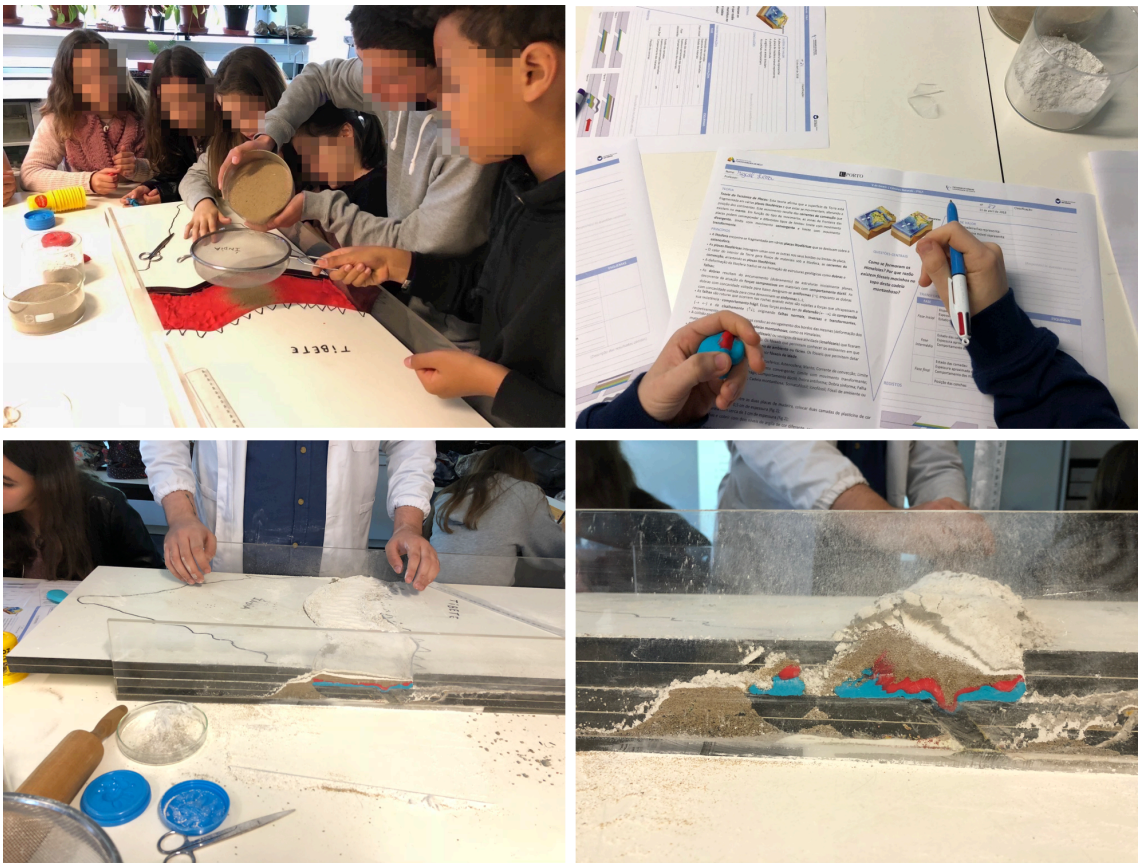


Figura 9 – Registo fotográfico da segunda aula do PI.

As entrevistas em grupos focais foram realizadas uma semana após a manipulação do modelo, em tempo não letivo, e decorreram numa sala de aula. O facto de as entrevistas decorrerem num ambiente familiar aos alunos e serem conduzidas por uma pessoa que estes conhecem, permitiu que estes respondessem com naturalidade. Cada entrevista teve uma duração máxima de 15 minutos. As entrevistas decorreram segundo as questões presentes no guião de entrevista (Anexo 3). O investigador apenas colocou as questões e assumiu o papel de moderador, dando ênfase à interação no seio do grupo. Todas as entrevistas foram gravadas em formato de áudio e a sua gravação foi previamente autorizada pelos encarregados de educação dos inquiridos.

Capítulo 5. Resultados e discussão

Neste capítulo, os dados recolhidos apresentam-se analisados utilizando métodos estatísticos e recorrendo à análise de conteúdo, com o objetivo de organizar e descrever os resultados de uma forma coerente e objetiva. Este capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos que correspondem à análise dos dados recolhidos através dos três instrumentos de recolha definidos anteriormente.

5.1. Resultados e discussão referentes ao Teste Cognitivo

Após a administração do teste cognitivo, como referido anteriormente, este foi corrigido de acordo com critérios de correção específicos e classificado numa escala de 0 a 100 pontos percentuais, encontrando-se a grelha de correção no Anexo 6.

Através da análise da tabela 5 pode afirmar-se que os resultados foram na sua generalidade satisfatórios, situando-se a média nos 60,5%. No entanto, 8 discentes (n=8; 26,6%) obtiveram classificações inferiores a 50 pontos, sendo a classificação mais baixa de 22 pontos percentuais.

Tabela 5 – Estatística descritiva referente ao teste cognitivo.

Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
60,5%	17,0%	89,0%	22,0%

Tendo em conta os resultados do grupo I – Deformação da Litosfera – (tabela 6), as questões com maior percentagem de respostas corretas foram as 4 e 5, demonstrando que a maioria dos discentes associam corretamente o regime de deformação frágil à génese de falhas (n=21; 70,0%) e o regime de deformação dúctil à formação de dobras (n=22; 73,3%).

Por outro lado, as questões 1, 2 e 6 do grupo I registaram uma percentagem de respostas corretas inferiores a 50% (tabela 6). Os alunos manifestaram alguma dificuldade na identificação de falhas e dobras quando representadas em esquema (questão 1), sendo que apenas 14 alunos (n=14; 46,7%) fizeram corresponder corretamente as estruturas geológicas à sua designação. No que se refere à segunda questão, 10 alunos (n=10; 33,3%), ordenaram corretamente as afirmações de forma a ordenar a sequência de eventos que originam uma falha. O pior desempenho neste grupo corresponde à questão 6, uma vez que apenas 1 inquirido (n=1; 3,3%) estabeleceu a correspondência entre o tipo de forças e as estruturas apresentadas.

Tabela 6 – Frequência de respostas corretas no grupo I do teste cognitivo.

Questões	1	2	3	4	5	6
Frequência de respostas corretas	n=14 (46,7%)	n=10 (33,3%)	n=18 (60,0%)	n=21 (70,0%)	n=22 (73,3%)	n=1 (3,3%)

Da análise de resultados do grupo II – Formação de Cadeias Montanhosas: os Himalaias – (tabela 7), a questão com maior percentagem de respostas corretas foi a 1, apresentando apenas uma única resposta errada (n=1; 3,3%), demonstrando que os inquiridos associam as zonas de convergência de placas como suscetíveis à ocorrência de sismos. No mesmo sentido, na sua quase totalidade os inquiridos admitem que nestas zonas poderão ocorrer fenómenos de vulcanismo (n=21; 70,0%) – questão 2 – e registos fósseis (n=28; 93,3%) – questão 3. Em relação ao limite tectónico que está na origem da cadeia montanhosas dos Himalaias (questão 4), 20 alunos (n=20; 66,7%) reconhecem que se trata de um limite entre duas placas tectónicas continentais. Quando questionados sobre o tipo de movimento presente neste limite, 21 discentes (n=21; 70,0%) classificaram-no como convergente (questão 5). A maioria dos inquiridos (n=18; 60,0%) conseguiu estabelecer a sequência de eventos correspondentes à formação da cadeia montanhosa dos Himalaias, presente na questão 6.

Tabela 7 – Frequência de respostas corretas no grupo II do teste cognitivo.

Questões	1	2	3	4	5	6	7
Frequência de respostas corretas	n=29 (96,7%)	n=21 (70,0%)	n=28 (93,3%)	n=20 (66,7%)	n=21 (70,0%)	n=18 (60,0%)	n=0 (0,0%)

Ainda no grupo II, na questão 7, quando questionados por que razão existem fósseis marinhos no cimo da cadeia montanhosa dos Himalaias, nenhum discente foi capaz de responder de forma totalmente correta de acordo com os critérios estabelecidos (n=0; 0,0%) (tabela 7). No entanto, 9 discentes (n=9; 30,0%) referiram que este facto estaria relacionado com a atuação de forças/movimentos convergentes, não conseguindo explicar integralmente o que era pretendido. De destacar, que 3 estudantes (n=3; 10,0%) referiram a variação do nível médio do mar (figura 10.A – resposta da discente I-2) como explicação para existência destes fósseis no topo da cadeia e outros 2 alunos (n=2; 6,7%) referiram que as montanhas simplesmente "nasciam do fundo do mar" (figura 10.B – resposta da discente III-5), evidenciando a existência de conceções alternativas.

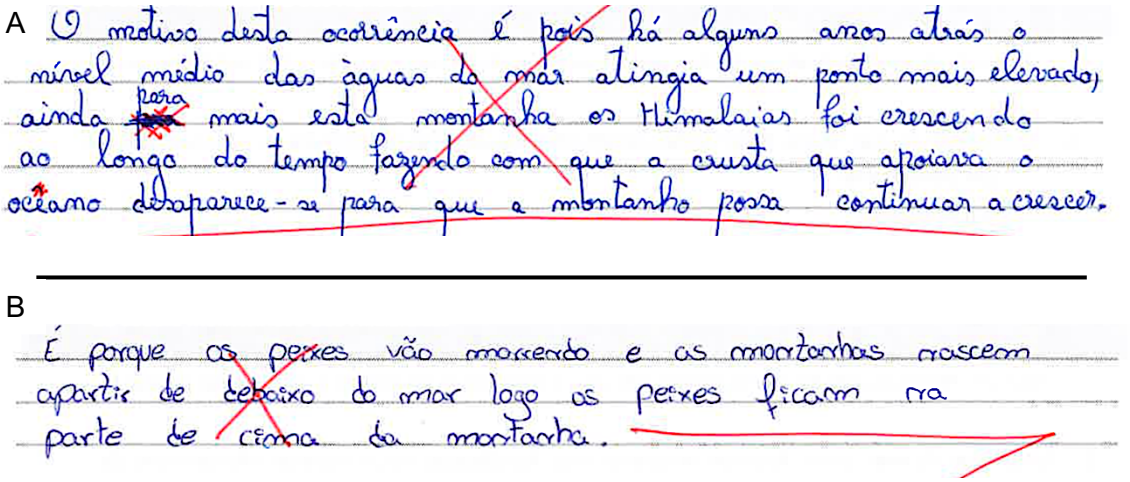


Figura 10 - Respostas à questão 7 do grupo I do teste cognitivo que evidenciam de conceções alternativas.

No grupo III – Paleontologia e Diversidade Biológica – (tabela 8), a questão com maior percentagem de respostas corretas (n=28; 93,3%) foi a 2, na qual era pedido para identificar uma baleia ancestral como sendo um mamífero. Na questão 1, 86,7% (n=26) dos inquiridos reconheceu *Asteriacites stelliformis* (uma estrela do mar) como sendo um invertebrado. Quando questionados sobre a que reino biológico pertencia *Glossopteris* (questão 3), 24 inquiridos (n=24; 80,0%) responderam acertadamente. No que diz respeito ao revestimento externo dos répteis (questão 4), como *Mesosaurus*, 22 discentes (n=22; 73,3%) selecionaram a opção correta. Em último lugar, a questão 5, relacionada com a identificação de seres autotróficos como seres produtores, registou apenas uma única resposta correta (n=1; 3,3%). Este último dado fez com que o investigador identificasse um campo concetual menos desenvolvido nos discentes, possibilitando o reforço na abordagem do mesmo numa fase posterior do PI.

Tabela 8 – Frequência de respostas corretas no grupo III do teste cognitivo.

Questões	1	2	3	4	5
Frequência de respostas corretas	n=26 (86,7%)	n=28 (93,3%)	n=24 (80,0%)	n=22 (73,3%)	n=1 (3,3%)

As respostas ao teste cognitivo foram também alvo de análise estatística recorrendo ao *software IBM® SPSS Statistics®* (versão 25), tendo sido realizado o teste de independência do qui-quadrado para verificar se existiam diferenças significativas entre género dos estudantes e a frequência de respostas corretas. O teste de independência do qui-quadrado é um teste não paramétrico que permite comparar as frequências de diferentes grupos (como género, por exemplo). O resultado do teste

possibilita verificar se as diferenças entre as frequências apresentadas entre os grupos são significativas (Cohen et al., 2017; Gay et al., 2012).

Neste sentido, foram encontradas diferenças significativas, em relação à frequência de respostas corretas e o género (tabela 9), nas questões relacionadas com a identificação de falhas e dobras ($\chi^2_{(4)} = 10{,}874; \mathrm{p} = 0{,}028$) – questão 1 do grupo I – e na correspondência entre a natureza de forças que originam estas estruturas ($\chi^2_{(8)} = 16{,}148; \mathrm{p} = 0{,}040$) – questão 6 do grupo I. O reconhecimento dos respetivos regimes de deformação frágil ($\chi^2_{(1)} = 9{,}357; \mathrm{p} = 0{,}002$), no caso das falhas, e dúctil ($\chi^2_{(1)} = 6{,}903; \mathrm{p} = 0{,}009$), no caso das dobras, apresentaram igualmente diferenças significativas em relação ao género. Note-se que os valores mais elevados de repostas corretas foram encontrados no género feminino, n=12 (63,2%), n=1(5,3%), n=17 (89,5%) e n=17 (89,5%) respetivamente (tabela 9).

Tabela 9 – Resultados do teste de independência do qui-quadrado em relação ao género no teste cognitivo.

Questão		Teste de independência do qui-quadrado	Número de respostas corretas por género	
			Feminino (n=19)	Masculino (n=11)
Grupo I	1.	$\chi^2_{(4)} = 10{,}874; \mathrm{p} = 0{,}028$	n=12 (63,2%)	n=2 (18,2%)
	4.	$\chi^2_{(1)} = 9{,}357; \mathrm{p} = 0{,}002$	n=17 (89,5%)	n=4 (36,4%)
	5.	$\chi^2_{(1)} = 6{,}903; \mathrm{p} = 0{,}009$	n=17 (89,5%)	n=5 (45,5%)
	6.	$\chi^2_{(8)} = 16{,}148; \mathrm{p} = 0{,}040$	n=1 (5,3%)	n=0 (0,0%)

Os melhores resultados encontrados nas alunas podem dever-se ao desenvolvimento psicológico tendencionalmente mais precoce nas adolescentes, que acabam por ter mais atenção nas aulas e motivação para a aprendizagem (Voyer & Voyer, 2014).

5.2. Resultados e discussão referentes ao V de Gowin

Durante a realização da atividade laboratorial com recurso à modelação, os discentes foram incitados a completar os Vês de Gowin (Anexo 2), como referido anteriormente. Estes foram corrigidos de acordo com critérios de correção específicos e classificados numa escala de 0 a 100 pontos percentuais, encontrando-se a grelha de correção no Anexo 7.

A análise da tabela 10 sugere que os resultados foram na sua generalidade bons. A média obtida pelos alunos situa-se nos 75,2%, tendo havido uma subida 14,7 pontos percentuais em relação à média alcançada no teste cognitivo.

Tabela 10 – Estatística descritiva referente ao V de Gowin.

Média	Desvio Padrão	Máximo	Mínimo
75,2%	13,5%	92,0%	37,0%

Foi calculado o coeficiente de correlação de Spearman entre as classificações do teste cognitivo e V de Gowin, tendo-se obtido entre estas variáveis uma correlação positiva e significativa ($\rho = 0{,}515; p = 0{,}004$). O coeficiente de correlação de Spearman é uma medida não paramétrica geralmente aplicada quando as variáveis a correlacionar são ordinais (classificações de testes, por exemplo) (Coutinho, 2018; Gay et al., 2012). O coeficiente varia entre os valores -1 e +1. Se as variáveis se correlacionam inversamente, ou seja, se uma variável tende a aumentar a outra tende a diminuir, os valores do coeficiente são negativos. Por outro lado, um coeficiente positivo revela que as variáveis tendem a seguir a mesma direção. Caso o coeficiente seja 0 não se verifica qualquer correlação entre as variáveis (Coutinho, 2018). Assim, os resultados obtidos no coeficiente de correlação de Spearman sugerem uma correlação entre os saberes concetuais e o preenchimento do V de Gowin, sendo que os elementos com melhor resultado no teste são os que melhor respondem ao V de Gowin.

Na elaboração dos “Registos” sobre a atividade laboratorial, os discentes deveriam elaborar uma resposta com 4 tópicos. Os resultados apresentados na tabela 11, demostram que os estudantes apesentaram dificuldade no cumprimento dos objetivos para este campo do V de Gowin. Grande parte dos discentes apresentaram apenas um tópico (n=11; 36,7%) e 9 inquiridos (n=9; 30,0%) não construiu nenhum tópico pretendido ou não respondeu.

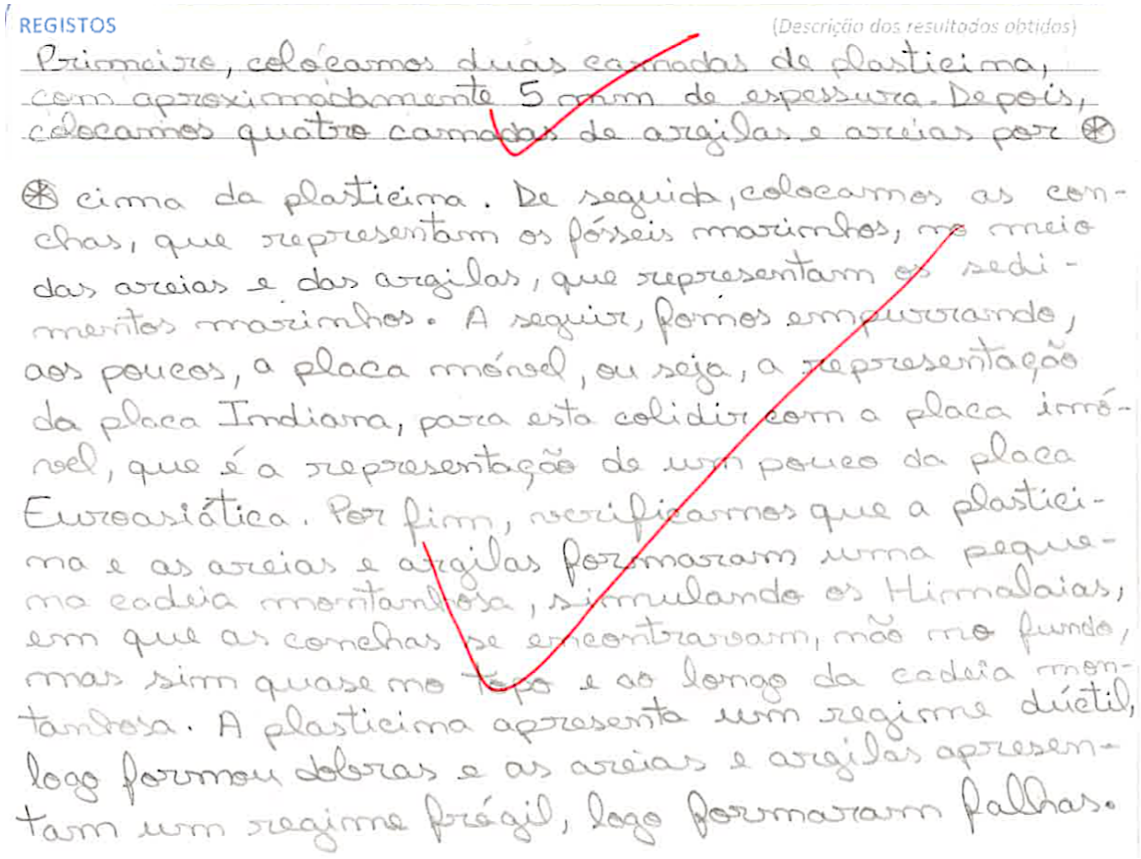
Tabela 11 – Frequência de respostas por níveis de proficiência nos registos do V de Gowin.

Nível de proficiência	Nenhum tópico ou não responde	1 tópico da resposta	2 tópicos da resposta	3 tópicos da resposta	4 tópicos da resposta
Frequência de respostas	n=9 (30,0%)	n=11 (36,7%)	n=6 (20,0%)	n=2 (6,7%)	n=2 (6,7%)

Os resultados pouco satisfatórios apresentados poderão dever-se à inexperiência dos discentes em relação ao preenchimento do V de Gowin. O facto de os discentes realizarem poucas aulas laboratoriais na sua componente letiva poderá,

também, ter contribuído para a dificuldade de registar as suas observações, etapa essencial no *saber fazer Ciência*.

Ainda em relação aos "Registos" do V de Gowin, apenas dois (n=2; 6,7%) estudantes completaram na totalidade este campo, encontrando-se uma das respostas na figura 11.


REGISTOS (Descrição dos resultados obtidos)

Primeiro, colocamos duas camadas de plasticina, com aproximadamente 5 cm de espessura. Depois, colocamos quatro camadas de argilas e areias por ⊛ cima da plasticina. De seguida, colocamos as conchas, que representam os fósseis marinhos, no meio das areias e das argilas, que representam os sedimentos marinhos. A seguir, fomos empurrando, aos poucos, a placa móvel, ou seja, a representação da placa Indiana, para esta colidir com a placa imóvel, que é a representação de um pouco da placa Euroasiática. Por fim, verificamos que a plasticina e as areias e argilas formaram uma pequena cadeia montanhosa, simulando os Himalaias, em que as conchas se encontravam, não no fundo, mas sim quase no topo e ao longo da cadeia montanhosa. A plasticina apresenta um regime dúctil, logo formou dobras e as areias e argilas apresentam um regime frágil, logo formaram falhas.

Figura 11 – Exemplo de resposta ao campo dos "Registos" do V de Gowin (discente I-4).

Relativamente ao preenchimento da tabela das "transformações" do V de Gowin, os discentes demonstraram um bom desempenho, sendo que 23 (n=23; 76,7%) obtiveram a classificação total neste requisito, apresentando respostas semelhantes às da figura 12.

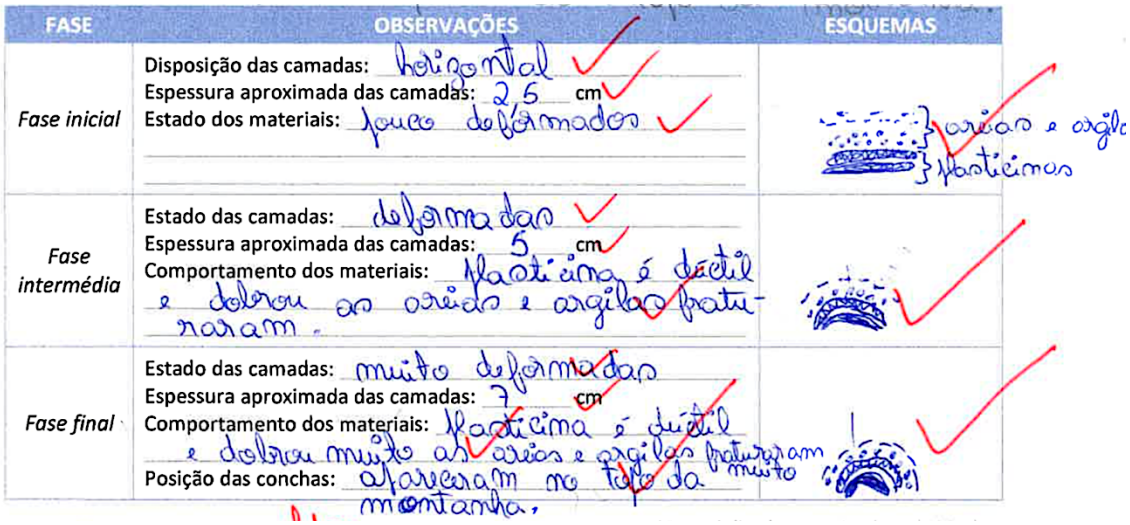


Figura 12 – Exemplo de resposta ao campo das "Transformações" do V de Gowin (discente II-2).

No campo relativo às conclusões, os alunos deveriam responder às duas questões centrais apresentadas no centro do V epistemológico de Gowin. Cada uma das questões centrais foi analisada individualmente, sendo que cada questão implicava a elaboração de dois tópicos de resposta.

Em relação à conclusão do V de Gowin relativa à questão "Como se formaram os Himalaias?" (tabela 12), apenas 3 inquiridos (n=3; 10,0%) não conseguiram responder ou apresentar algum tópico de resposta. No total 14 estudantes (n=14; 40,7%) conseguiram elaborar dois tópicos de resposta, embora 12 destes (n=12; 40,0%) com algumas imprecisões. Adicionalmente, 12 inquiridos (n=12; 40,0%) apresentaram apenas um tópico de resposta completamente correto.

Tabela 12 – Frequência de respostas por níveis de proficiência na conclusão do V de Gowin relativa à questão *"Como se formaram os Himalaias?"*.

Nível de proficiência	Nenhum tópico ou não responde	1 tópico com imprecisões	1 tópico completamente correto	2 tópicos com imprecisões	2 tópicos completamente corretos
Frequência de respostas	n=3 (10,0%)	n=1 (3,3%)	n=12 (40,0%)	n=12 (40,0%)	n=2 (6,7%)

No que se trata da conclusão do V de Gowin relativa à questão "Por que razão existem fósseis marinhos no topo desta cadeia montanhosa?" (tabela 13), 11 inquiridos (n=11; 36,7%) produziram respostas com 1 tópico completamente correto. Adicionalmente, 10 estudantes (n=10; 33,3%) construíram respostas com 2 tópicos, no

entanto 8 destes (n=8; 26,7%) com imprecisões. É de destacar que 8 discentes (n=8; 26,7%) não responderam ou não elaboraram qualquer tópico.

Tabela 13 – Frequência de respostas por níveis de proficiência na conclusão do V de Gowin relativa à questão *"Por que razão existem fósseis marinhos no topo desta cadeia montanhosa?"*.

Nível de proficiência	Nenhum tópico ou não responde	1 tópico com imprecisões	1 tópico completamente correto	2 tópicos com imprecisões	2 tópicos completamente corretos
Frequência de respostas	n=8 (26,7%)	n=1 (3,3%)	n=11 (36,7%)	n=8 (26,7%)	n=2 (6,7%)

No que diz respeito ao campo "juízos de valor" do V de Gowin, a maioria dos alunos reconheceu as analogias presentes entre a placa fixa e a placa Euroasiática (n=20; 66,7%) e entre a placa móvel e a placa Indiana (n=23; 76,7%) (tabela 14).

Tabela 14 – Frequência de respostas corretas nos juízos de valor do V de Gowin quanto ao modelo.

Campo do V de Gowin	A placa fixa representa...		A placa móvel representa...	
Nível de proficiência	**Correto**	**Errado**	**Correto**	**Errado**
Frequência de respostas	n=20 (66,7%)	n=10 (33,3%)	n=23 (76,7%)	n=7 (23,3%)

A generalidade dos inquiridos reconheceu a analogia da relação entre plasticina e crusta terrestre (n=25; 83,3%), entre as argilas e areias e os sedimentos (n=27; 90,0%) e, por fim, entre as conhas e os fósseis (n=28; 93,3%) (tabela 15).

Tabela 15 – Frequência de respostas corretas nos juízos de valor do V de Gowin quanto aos materiais utilizados.

Campo do V de Gowin	A plasticina simula...		As argilas e as areias simulam...		As conchas representam...	
Nível de proficiência	**Correto**	**Errado**	**Correto**	**Errado**	**Correto**	**Errado**
Frequência de respostas	n=25 (83,3%)	n=5 (16,7%)	n=27 (90,0%)	n=3 (10,0%)	n=28 (93,3%)	n=2 (6,7%)

Nos juízos de valor pretendia-se que os discentes fizessem a correspondência entre os materiais empregues no modelo e os materiais/estruturas do mundo real, recorrendo-se ao raciocínio por analogia, como na resposta presente na figura 13.

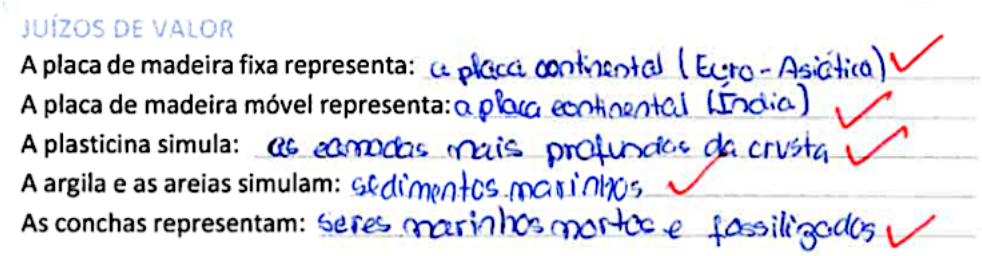


Figura 13 – Exemplo de resposta ao campo dos "Juízos de valor" do V de Gowin (discentes VI-1).

Em semelhança com o teste cognitivo, as respostas ao V de Gowin foram também alvo de análise estatística recorrendo ao *software IBM® SPSS Statistics®* (versão 25), tendo sido realizado o teste de independência do qui-quadrado para verificar se existiam diferenças significativas entre género dos estudantes e a frequência de respostas corretas.

Foram encontradas diferenças significativas, recorrendo ao teste de independência do qui-quadrado, em relação à frequência de respostas corretas e o género (tabela 16) na elaboração do campo de registos ($\chi^2_{(4)} = 10{,}318; \mathrm{p} = 0{,}035$) e dos juízos de valor associados à representação da placa fixa ($\chi^2_{(1)} = 7{,}177; \mathrm{p} = 0{,}007$). Os melhores resultados foram obtidos pelas alunas, n=2 (10,5%) e n=16 (84,2%).

Tabela 16 – Resultados do teste de independência do qui-quadrado em relação ao género no V de Gowin.

Questão		Teste de independência do qui-quadrado	Número de respostas corretas por género	
			Feminino (n=19)	Masculino (n=11)
Registos		$\chi^2_{(4)} = 10{,}318; \mathrm{p} = 0{,}035$	n=2 (10,5%)	n=0 (0,0%)
Juízos de valor	**A placa fixa representa...**	$\chi^2_{(1)} = 7{,}177; \mathrm{p} = 0{,}007$	n=16 (84,2%)	n=4 (36,4%)

O melhor resultado das raparigas nestas respostas poderá dever-se ao mesmo motivo apresentado nos resultados referentes ao teste cognitivo.

5.3. Resultados e discussão referentes às Entrevistas em Grupos Focais

Cada um dos seis grupos participantes deste PI foram entrevistados e as gravações dessas entrevistas foram transcritas integralmente. Durante a condução das entrevistas, as questões foram colocadas pela ordem definida no guião de entrevista

(Anexo 3). Sempre que o entrevistador julgou necessário, foram utilizadas as questões intercalares.

Para tornar a análise de conteúdo dos resultados obtidos mais sistemática e facilmente interpretável, as questões foram enquadradas em quatro categorias, às quais corresponderam diversas questões descritas na tabela 17.

Tabela 17 – Categorias de análise das entrevistas focais e correspondência com as questões do guião de entrevista.

Categorias	Questões
Deformação da Litosfera: Falhas e Dobras	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 e Q6
Formação de Cadeias Montanhosas: Os Himalaias	Q7, Q8, Q9 e Q10
Diversidade paleontológica e Paleoecologia	Q11 e Q12
Metodologia de Ensino Baseado em Modelos	Q13, Q14 e Q15

As categorias estabelecidas encontram-se divididas em subcategorias e apresentam um código alfabético específico (exemplo: o código A corresponde à subcategoria "Formação de falhas"). A cada subcategoria correspondem ainda indicadores específicos (exemplo: a subcategoria A inclui os indicadores A1, A2 e A3) (tabela 18).

Tabela 18 – Subcategorias e indicadores utilizados na análise de conteúdo das entrevistas.

Subcategorias	Indicadores
A: Formação de falhas	**A1:** Identificam falha como uma fratura na crusta terrestre que apresenta movimento relativo entre blocos **A2:** Identificam falha como uma fratura na crusta terrestre **A3:** Não identificam falha como sendo uma fratura na crusta terrestre que apresenta movimento relativo entre blocos
B: Diversidade do tipo de falhas	**B1:** Mencionam os diversos tipos de falhas – falha normal, inversa e desligamento **B2:** Não mencionam qualquer tipo de falhas
C: Variedade de forças envolvidas nas formações de falhas	**C1:** Referem "força distintiva", "força compressiva" e "força de cisalhamento" ou termos semelhantes **C2:** Não referem qualquer tipo de forças
D: Formação de dobras	**D1:** Identificam dobra como sendo uma estrutura curvilínea provocada pela ação de forças compressivas **D2:** Não identificam dobra como sendo uma estrutura curvilínea provocada pela ação de forças compressivas
E: Regime de deformação das falhas	**E1:** Relacionam a formação de falhas com o regime de deformação frágil **E2:** Relacionam a formação de falhas com o regime de deformação dúctil
F: Regime de deformação das dobras	**F1:** Relacionam a formação de dobras com o regime de deformação dúctil

	F2: Relacionam a formação de dobras com o regime de deformação frágil
G: Formação de montanhas	**G1:** Referem que se formam a partir da colisão entre duas placas, resultando na deformação das rochas e no aumento de espessura da litosfera **G2:** Não referem que se formam a partir da colisão entre duas placas, resultando na deformação das rochas e no aumento de espessura da litosfera
H: Placas tectónicas envolvidas na formação dos Himalaias	**H1:** Identificam as placas Indiana e Euroasiática **H2:** Não identificam qualquer placa
I: Natureza das placas tectónicas que estão na origem dos Himalaias	**I1:** Identificam as duas placas como ambas continentais **I2:** Identificam as duas placas como uma sendo oceânica e outra continental ou ambas oceânicas
J: Importância geológica da existência de fósseis marinhos no cimo dos Himalaias	**J1:** Permitem determinar em que ambiente as rochas se formaram e a sua idade **J2:** Permitem determinar em que ambiente as rochas se formaram **J3:** Permitem determinar a idade em que as rochas se formaram **J4:** Não referem qualquer importância geológica para a presença destes fósseis
K: Diversidade paleontológica dos Himalaias	**K1:** Elencam dois ou mais organismos fósseis presentes nos Himalaias **K2:** Elencam um organismo fóssil presente nos Himalaias **K3:** Não elencam nenhum organismo fóssil presente nos Himalaias
L: Paleoecologia dos organismos fósseis	**L1:** Relacionam corretamente o(s) organismo(s) referido(s) com o seu papel trófico **L2:** Relacionam incorretamente o(s) organismo(s) referido(s) com o seu papel trófico
M: Impacte da metodologia de ensino baseado em modelos na aprendizagem	**M1:** Consideram que a utilização de modelos contribui para a melhoria da sua aprendizagem **M2:** Consideram que a utilização de modelos não contribui para a melhoria da sua aprendizagem
N: Utilização do modelo e a formulação de explicações para os fenómenos geológicos	**N1:** Consideram que a utilização de modelos auxilia a formular explicações para os fenómenos em estudo **N2:** Consideram que a utilização de modelos não auxilia a formular explicações para os fenómenos em estudo
O: Aplicação de modelos noutros conteúdos	**O1:** Gostavam de utilizar modelos noutros conteúdos **O2:** Não gostavam de utilizar modelos noutros conteúdos

A transcrição das entrevistas foi alvo de uma análise prévia com o objetivo de eliminar informação irrelevante para os objetivos definidos neste PI (Anexo 8). Seguidamente, procedeu-se à codificação das respostas através do sistema de códigos apresentado e contabilizada a frequência de cada código. Na contagem das frequências

de cada código, a unidade de análise do grupo focal é o próprio grupo e não a resposta individual de cada entrevistado (Gondim, 2003; Krueger & Casey, 2014).

As frequências dos códigos obtidas nas respostas para a categoria "Deformação da Litosfera: Falhas e Dobras" revelaram que os alunos apresentam conhecimentos bastante satisfatórios em todas às questões avaliadas, à exceção da questão 2 em que dois dos grupos apresentaram dificuldade em mencionar os diversos tipos de falhas (tabela 19). Cinco dos seis grupos foram capazes de definir o que era uma falha e todos os grupos focais conseguiram clarificar o que era uma dobra. Em ambos os casos, estes relacionaram-nas com a tipologia de forças associadas e respetivos regimes de deformação.

Tabela 19 – Frequências de resposta nas entrevistas focais em relação à categoria "Deformação da Litosfera: Falhas e Dobras".

Questões	**Q1**			**Q2**		**Q3**		**Q4**		**Q5**		**Q6**	
Subcategorias	**A1**	**A2**	**A3**	**B1**	**B2**	**C1**	**C2**	**D1**	**D2**	**E1**	**E2**	**F1**	**F2**
Frequência	5	1	0	4	2	6	0	6	0	6	0	6	0

Em relação à categoria "Formação de Cadeias Montanhosas: Os Himalaias", as frequências dos indicadores avaliados mostram que (tabela 20) todos os grupos entrevistados foram capazes de explicar a formação de montanhas, afirmando que "*as rochas, devido às forças compressivas das placas litosféricas, deformam-se e elevam-se, pois, a sua espessura começa a ser maior*" (discente II-1). Um aluno ainda destacou que a deformação da litosfera e formação de montanhas se deve ao interior da Terra estar *"... sempre em movimento devido às correntes de convecção*" (discente V-1).

Adicionalmente, todos os grupos entrevistados reconheceram corretamente as placas litosféricas envolvidas na formação dos Himalaias, como evidenciado por uma aluna:

> *"...* [no caso particular da orogenia dos Himalaias] *a placa Indiana, graças às forças compressivas e correntes de convecção, aproximava-se da placa Euroasiática...*" (discente III-2).

Todos os grupos identificaram corretamente a natureza das placas litosféricas envolvidas como sendo ambas continentais.

Por fim, em relação à importância geológica da existência de fósseis marinhos no cimo dos Himalaias, cinco grupos apenas referem que estes permitem determinar em que ambiente as rochas se formaram, expondo que *"as rochas do topo dos Himalaias formaram-se no fundo do oceano"* (discente I-2). Contudo, um dos grupos

refere que estes fósseis são também importantes para o estabelecimento da geocronologia.

Tabela 20 – Frequências de resposta nas entrevistas focais em relação à categoria "Formação de Cadeias Montanhosas: Os Himalaias".

Questões	**Q7**		**Q8**		**Q9**		**Q10**			
Subcategorias	**G1**	**G2**	**H1**	**H2**	**I1**	**I2**	**J1**	**J2**	**J3**	**J4**
Frequência	6	0	6	0	6	0	1	5	0	0

No que se refere às frequências da categoria "Diversidade paleontológica e Paleoecologia" (tabela 21), os discentes manifestaram conhecer pelo menos dois organismos fósseis pertencentes à diversidade paleontológica dos Himalaias. Estes destacavam, geralmente, os exemplares de cetáceos (como *Pakicetus*) e fetos ancestrais (como *Glossopteris*). Quando pedido para relacionar os organismos, por eles referidos, com o seu papel trófico, todos os grupos focais foram aptos de o fazer, relacionando corretamente noções como as de produtor ou consumidor.

Tabela 21 – Frequências de resposta nas entrevistas focais em relação à categoria "Diversidade paleontológica e Paleoecologia".

Questões	**Q11**			**Q12**	
Subcategorias	**K1**	**K2**	**K3**	**L1**	**L2**
Frequência	6	0	0	6	0

Finalmente, no que concerne aos resultados em relação à categoria "Metodologia de Ensino Baseado em Modelos" (tabela 22), todos os grupos consideraram que a utilização do modelo contribuiu para a melhoria da sua aprendizagem, auxiliando na formulação de explicações para os fenómenos em estudo.

Os discentes classificaram ainda a metodologia como "*mais interativa*" (discente I-3) e "*divertida*" (discente I-3) em relação às práticas tradicionais, defendendo que "*é mais fácil* [de compreender] *quando se está a ver as coisas a acontecerem do que quando o professor está apenas a falar e a escrever notas, porque não conseguimos ver o que está a acontecer*" (discente I-1). Esta metodologia ainda permite, segundo uma aluna, *"no teste (...) lembrar-nos do que fizemos naquela aula e construir respostas em função disso"* (discente II-1), tornado o conhecimento profícuo na aplicação a novas situações.

Do ponto de vista da aprendizagem, uma discente ainda realça que com: "*os modelos podemos colocar mais perguntas porque o tema não é tão abstrato. Podemos fazer questões do tipo "Porquê que isto aconteceu?" ou "Porquê que isto não podia ter*

acontecido?"" (discente III-2), evidenciando um importante potencial desta metodologia de ensino no questionamento e elaboração de hipóteses pelos alunos. Além disso, os discentes sugerem que o modelo utilizado é uma forma de *"ver como a natureza funciona"* (discente III-3), aproximando-os dos fenómenos do mundo real aos conteúdos ensinados na escola.

Adicionalmente, todos os grupos gostariam de ter a oportunidade de utilizar modelos noutros conteúdos científicos, sugerindo o seu uso na abordagem da sismologia ou vulcanismo.

Tabela 22 – Frequências de resposta nas entrevistas focais em relação à categoria "Metodologia de Ensino Baseado em Modelos".

Questões	**Q13**		**Q14**		**Q15**	
Subcategorias	**M1**	**M2**	**N1**	**N2**	**O1**	**O2**
Frequência	6	0	6	0	6	0

Da análise de conteúdo das entrevistas, conclui-se quanto ao efeito positivo do PI na aprendizagem dos alunos como, por exemplo, o referido por uma aluna: *"...podemos recriar tudo o que aconteceu nos Himalaias e (...) simplificar coisas que nunca conseguiríamos ver"* (discente V-2).

Capítulo 6. Conclusões

Este capítulo encontra-se dividido em três subcapítulos. No primeiro são abordadas as conclusões gerais, referindo-se ao cumprimento dos objetivos concetuais e educacionais inicialmente delineados. No segundo subcapítulo estão identificadas algumas limitações do presente estudo, assim como a sugestão de novas linhas de investigação. Por fim, no terceiro subcapítulo é realizada uma pequena reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais do professor-investigador.

6.1. Conclusões gerais

Partindo do problema de investigação proposto inicialmente, o desenvolvimento deste PI demonstrou ter um impacto positivo na aprendizagem dos conteúdos concetuais relacionados com a temática escolhida, através do recurso à modelação. A metodologia de ensino empregue possibilitou a criação de momentos de aprendizagem significativos, traduzidos na melhoria dos resultados entre o teste cognitivo e os Vês de Gowin, posteriormente confirmada através da análise das entrevistas em grupos focais.

Após a implementação do PI, os alunos foram capazes de explicar a formação de dobras e de falhas, distinguindo o comportamento frágil e dúctil. Em relação à formação da cadeia montanhosa dos Himalaias, os discentes evidenciaram o enriquecimento dos seus modelos mentais, através da melhoria da qualidade de respostas, ao longo dos três momentos de avaliação, abandonando inclusive conceções alternativas como as referidas no capítulo anterior. Este desenvolvimento cognitivo foi, também, notório no que se refere à importância da presença de fósseis marinhos no cimo dos Himalaias para a reconstituição da história do nosso planeta. Adicionalmente, no decorrer da aplicação do PI, o investigador identificou, a partir do teste cognitivo, um menor desenvolvimento concetual relacionado com o papel trófico dos seres vivos nos ecossistemas. Esta indefinição por parte dos alunos foi ultrapassada e registada através das entrevistas, evidenciando a construção de novo conhecimento. Desta forma, os objetivos concetuais fixados no início do PI foram cumpridos.

Do ponto de vista do desenvolvimento do raciocínio científico, através da metodologia de Ensino Baseado em Modelos, os discentes aplicaram e desenvolveram diversas competências como a observação, elaboração de registos, formulação de hipóteses, análise e tratamento de dados e enunciação de conclusões, essenciais para o preenchimento dos Vês de Gowin e para a prática de Ciência. De realçar que os alunos

revelaram dificuldades no registo das observações no V de Gowin. Um investimento maior nas práticas laboratoriais afigura-se assim essencial para a melhoria desta competência e, consequentemente, do raciocínio científico dos discentes.

Em relação ao desenvolvimento da literacia científica, os alunos manifestaram a compreensão do conhecimento científico, mobilizando-o para a resolução de problemas (como na resposta às questões centrais da investigação e às entrevistas), elaborando soluções baseadas nas suas observações e inferências, resultantes da manipulação do modelo. Por fim, no que diz respeito ao gosto pela prática laboratorial em Ciências Naturais, os participantes neste estudo mostraram-se recetivos a participar noutras atividades, sugerindo exemplos concretos. Assim, os objetivos educacionais foram igualmente concretizados.

Segundo as aprendizagens essenciais para o 7º ano de Ciências Naturais fixadas recentemente pelo MEC, o ensino desta disciplina deve ser contextualizado em situações reais, sobre as quais emergem questões-problema orientadoras das aprendizagens. Este entendimento do ensino das Ciências Naturais pretende contribuir para o desenvolvimento de várias de competências relacionadas com o raciocínio científico, resolução de problemas e pensamento crítico e criativo, associadas ao saber científico, técnico e tecnológico (Ministério da Educação e Ciência, 2018). O mesmo relatório considera ainda que o planeamento e implementação de investigações práticas, baseadas na observação, na modelação e no trabalho laboratorial auxiliam no desenvolvimento dessas competências, permitindo aos alunos compreender as dinâmicas do nosso planeta e da sua história (Ministério da Educação e Ciência, 2018). Desta forma, a prática de Ensino Baseado em Modelos, como demonstrada neste PI, assume-se fundamental para cumprimento destes objetivos, contribuindo para a melhoria da formação científica dos nossos alunos, em todos os seus domínios.

6.2. Limitações e sugestões para futuras investigações

A investigação presente neste documento apresenta algumas limitações, algumas destas relacionadas com o contexto (IPP+PES) em que esta se desenvolveu. A principal limitação sentida na condução desta investigação relaciona-se com o cumprimento das metas curriculares de acordo com o cronograma estabelecido, implicando que o tempo dedicado a atividades laboratoriais seja limitado.

Desenvolver uma investigação educacional em ambiente de sala de aula é desafiante, uma vez que a Escola continua a obedecer à lógica curricular dominante,

prevalecendo a burocratização e normatização dos processos de ensino e de aprendizagem, onde a ênfase recai na memorização dos conceitos em detrimento da construção e compreensão do conhecimento.

Ainda em relação aos apertados calendários escolares, o investigador realça a impossibilidade de realizar uma aula de campo, após a realização de uma atividade de modelação, como sugerida pela literatura, de forma a materializar e transpor os conhecimentos construídos para o mundo natural (Fonseca, Ribeiro, Caranova & Filipe, 2001).

Por fim, outra limitação deste estudo prende-se com a natureza, tamanho e características da amostra. Sendo uma amostra de conveniência e não aleatória, associada ao reduzido número de participantes, os resultados obtidos tratam-se apenas de indicadores, que não podem ser alvo de generalizações. Não obstante, a existência de um grupo teste e de um grupo de controlo, que possibilitaria comparar resultados e melhor suportar as conclusões da investigação, considera-se eticamente incorreto, uma vez que o investigador iria proporcionar um ensino distinto a alunos aos quais devem ser garantidas as mesmas oportunidades em situações de aprendizagem equivalentes.

A partir do PI apresentado podem sugerir-se ainda outras linhas de investigação com contornos semelhantes. Seria interessante a aplicação deste PI noutras turmas constituídas por alunos de contextos socioculturais e aproveitamento escolar diferentes. Conjuntamente, a aplicação do mesmo PI a um número maior de alunos poderia ser bastante proveitosa em termos da riqueza de dados e, consequentemente, de resultados e conclusões. Poderia, igualmente, justificar-se a replicação deste PI noutros anos de escolaridade permitindo a comparação da complexidade cognitiva das respostas e raciocínio científico. Em relação às diferenças significativas encontradas entre o gênero dos participantes e número de respostas corretas, seria recomendável algum tipo de investigação que permitisse explicar de forma mais robusta o fenómeno observado.

6.3. Contributos do estudo para o desenvolvimento profissional

O presente relatório de estágio enquadra-se na etapa final da formação inicial de professores, pelo que a sua realização implica um momento de reflexão sobre o cumprimento dos objetivos profissionais traçados no capítulo 1.

O primeiro objetivo profissional delineado prendia-se com o desenvolvimento de competências no âmbito da aplicação da metodologia de EBM. A planificação de aulas,

no âmbito desta metodologia, exige uma maior preparação e dispêndio de tempo, de forma a elaborar uma atividade laboratorial com objetivo de promover aprendizagens significativas. O cuidado da sua planificação não se resume apenas à escolha do modelo, pelo que é necessária a construção de outros recursos educativos, como o V de Gowin, essenciais à mediação dos processos de ensino e de aprendizagem.

Por outro lado, a condução de uma aula baseada em modelos é mais desafiante, uma vez que o aluno assume um papel central, colocando mais questões e de maior complexidade. Assim sendo, o professor precisa de um maior trabalho de pesquisa de informações e de orientação dos seus alunos, de modo a cumprir o seu papel de facilitador de aprendizagens. Neste tipo de aulas, há também um maior espaço para ocorrência de imprevistos, obrigando ao professor uma maior capacidade de reação face a obstáculos que possam surgir. Contudo, a motivação, participação e atenção dos alunos é maior, contribuindo para a realização profissional do docente. Com a aplicação deste PI, o professor-investigador desenvolveu várias competências pedagógicas e científicas, fundamentais para a melhoria do trabalho docente.

O segundo objetivo profissional relacionava-se com a melhoraria competências no âmbito da investigação educacional. O papel de professor-investigador, dotado de ferramentas reflexivas da sua ação, é bastante trabalhado ao longo do mestrado e, em especial, no contexto da IPP. Esta etapa da formação docente contribui para a melhoria de competências relacionadas com a revisão bibliográfica, síntese, seleção e tratamento de informação, articuladas com a aplicação de metodologias de investigação educacionais, como construção de instrumentos de recolha de dados, sua aplicação e, consequentemente, tratamento e análise dos dados obtidos. Este objetivo foi atingido com a elaboração desta investigação, permitindo o contacto do professor-investigador com técnicas de recolha de dados – como o inquérito e análise de registos – e tratamento de dados – como a análise de conteúdo e estatística. Simultaneamente, possibilitou a mobilização de conhecimentos científicos relativos à metodologia de EBM em associação com as temáticas científicas abordadas no PI.

Finalmente, o cumprimento dos objetivos anteriormente referidos culminou no desenvolvimento e emancipação profissional do docente, permitindo a oportunidade de experienciar o papel de professor de uma forma completa, ativa e reflexiva. Através do estágio profissionalizante e presente investigação, o professor-investigador assumiu o controle do seu papel enquanto docente, vivenciando os desafios e inquietudes de uma Escola que se quer inclusiva e dinâmica, na formação integral de jovens alunos, preparando-os para a vida na sociedade atual.

Referências bibliográficas

Alarcão, I. (2001). Professor-investigador: Que sentido? Que formação? *Cadernos de Formação de Professores, 1*, 21-30.

Amador, F. (2010). Contribuições da História da Ciência para os processos de desenho curricular. *Revista da Educação, 17*(1), 9-30.

Amador, F., & Contenças, P. (2001). *História da Biologia e da Geologia*. Lisboa: Universidade Aberta.

Arditi, R., & Ginzburg, L. R. (2012). *How species interact: altering the standard view on trophic ecology*. Oxford: Oxford University Press.

Bao, L., Xiao, Y., Koenig, K., & Han, J. (2018). Validity evaluation of the Lawson classroom test of scientific reasoning. *Physical Review Physics Education Research, 14*(2), 020106.

Beck, J. (2007). An Exploration of the Relationship Between Case Study Methodology and Learning Style Preference. *Journal of Science Teacher Education, 18*(3), 423-430.

Benke, A. (2010). Secondary production. *Nature Education Knowledge, 1*(8), 1-5.

Blanco-Anaya, P., Justi, R., & Díaz de Bustamante, J. (2017). Challenges and opportunities in analysing students modelling. *International Journal of Science Education, 39*(3), 377-402.

Bolacha, E., Martins, M., Barros, M., Deus, H. M., & Fonseca, P. E. (2009). Modelação Análoga da Formação de Montanhas-Orogenias: um desejável contributo para a Cultura Científica. *Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, Instituto Politécnico de Castelo Branco*, 713-722.

Bolacha, E., Moita de Deus, H. A., Caranova, R., Silva, S., Costa, A. M., Vicente, J., & Fonseca, P. E. (2006). Modelação Analógica de Fenómenos Geológicos. *Geonovas, 20,* 33-56.

Bonito, J., Morgado, M., Silva, M., Figueira, D., Serrano, M., Mesquita, J., & Rebelo, H. (2013). *Metas Curriculares Ensino Básico de Ciências Naturais - 5º, 6º, 7º e 8º anos*. Lisboa: Ministério da Educação e Ciência.

Brink, G., Ridder, J., & Woudenberg, R. (2017). The Epistemic Status of Evolutionary Theory. *Theology and Science, 15*(4), 454-472.

Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação (IIE).

Clement, J. J., & Rea-Ramirez, M. A. (2008). *Model-based learning and instruction in science*. Netherlands: Springer.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2017). *Research methods in education* (8ª ed.). Oxfordshire: Routledge.

Cottle, J. M., Larson, K. P., & Kellett, D. A. (2015). How does the mid-crust accommodate deformation in large, hot collisional orogens? A review of recent research in the Himalayan orogen. *Journal of Structural Geology*, *78*, 119-133.

Coutinho, C. (2018). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2ª ed.). Coimbra: Almedina.

DeBoer, G. E. (2000). Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, *37*(6), 582-601.

Field, C. B., Behrenfeld, M. J., Randerson, J. T., & Falkowski, P. (1998). Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, *281*(5374), 237-240.

Fonseca, P., Barreiras, S., & Vasconcelos, C. (2005). Trabalho experimental no ensino da Geologia: Aplicações da investigação na sala de aula. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 1-5.

Fonseca, P., Ribeiro, L., Caranova, R. & Filipe, P. (2001). Experimentación analógica sobre el desarrollo de un diapiro y la deformación producida en las rocas encajantes. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 9*(3), 270-276.

Fossen, H. (2016). *Structural Geology* (2ª ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Galvão, C. (2016). *Ensino das Ciências em Portugal no Ensino Básico: diagnóstico, encruzilhadas e saídas para o futuro*. Em II Encontro em Ensino e Divulgação das Ciências, Porto.

Gay, L., Mills, G., & Airasian, P. (2012). *Educational research: Competencies for analysis and applications* (10ª ed.). New Jersey: Pearson.

Giere, R. N. (2004). How models are used to represent reality. *Philosophy of science, 71*(5), 742-752.

Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Switzerland: Springer International Publishing.

Gobert, J. D. & Buckley, B. C. (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, *22*(9), 891- 894.

Gondim, S. M. G. (2003). Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. *Paidéia, 12*(24), 149-161.

Gowin, D. B., & Alvarez, M. C. (2005). *The art of educating with V diagrams*. Cambridge: Cambridge University Press.

Grotzinger, J., & Jordan, T. (2014). *Understanding Earth* (7ª ed.). New York: W. H. Freeman and Company.

Hetherington, L., & Wegerif, R. (2018). Developing a material-dialogic approach to pedagogy to guide science teacher education. *Journal of Education for Teaching*, 1-17.

Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education, 14*, 541-562.

Holmes, A. (1944). *Principles of Physical Geology*. Edimburgo: Thomas Nelson.

Jacobson, M., Charlson, R. J., Rodhe, H., & Orians, G. H. (2000). *Earth System Science: from biogeochemical cycles to global changes*. Oxford: Elsevier Academic Press.

Johnson-Laird, P. (1983). *Mental models*. Cambridge: Harvard University Press.

Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 24*(2), 173-184.

Justi, R. & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education, 24*(4), 369-387.

Kawalkar, A., & Vijapurkar, J. (2015). Aspects of Teaching and Learning Science: What students' diaries reveal about inquiry and traditional modes. *International Journal of Science Education*, *37*(13), 2113-2146.

Khan, S. (2011). What's missing in model-based teaching. *Journal of Science Teacher Education*, *22*(6), 535-560.

Kim, M., & Tan, A. L. (2011). Rethinking Difficulties of Teaching Inquiry-Based Practical Work: Stories from elementary pre-service teachers. *International Journal of Science Education, 33*(4), 465-486.

Krueger, R. A., & Casey, M. A. (2014). *Focus groups: A practical guide for applied research*. California: Sage Publications.

Le Fort, P. (1975). Himalayas: the collided range. Present knowledge of the continental arc. *American Journal of Science*, *275*(1), 1-44.

Leite, C., & Fernandes, P. (2014). Avaliação, qualidade e equidade. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, 19*(2), 421-438.

Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In M. Sequeira et al. (Ed.), *Trabalho prático e experimental na educação em ciências.* (pp. 91-108). Braga: Universidade do Minho.

Leite, L. (2002). History of Science in Science Education: Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks. *Science & Education, 11*(4), 333-359.

Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., . . . Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.

McGowran, B. (2013). Organic Evolution in Deep Time: Charles Darwin and the Fossil Record. *Transactions of the Royal Society of South Australia, 137*(2), 102-148.

Ministério da Educação e Ciência. (2018). *Aprendizagens Essenciais para o 7º ano de Ciências Naturais*. Retirado de: https://goo.gl/3fQJiU

Molles, M. (2016). *Ecology: concepts and applications* (7ª ed.). New York: McGraw-Hill Education.

Moutinho, S. & Vasconcelos, C. (2017). Model-Based Learning applied to Natural Hazards. *Journal of Science Education*, *18*(2), 47-50.

Moutinho, S., Moura, R., & Vasconcelos, C. (2017). Contributions of Model-Based Learning to the Restructuring of Graduation Students' Mental Models on Natural Hazards. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 13*(7), 3043-3068.

Moutinho, S., Torres, J., Almeida, A., & Vasconcelos, C. (2013). *Portuguese teachers' views about geosciences models*. Artigo apresentado em Enseñanza de las Ciencias, Vol. Extra: "La investigación en didáctica de las ciencias. Un

compromiso con la sociedad del conocimiento" X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias.

Namdar, B. (2018). Teaching global climate change to pre-service middle school teachers through inquiry activities. *Research in Science & Technological Education*, 1-23.

Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental models* (pp. 7–14). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Novak, J. & Gowin, B. (1996). *Aprender a aprender*. Lisboa: Plátano Editora.

Oh, P. S. & Oh, S. J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An overview. *International Journal of Science Education, 33*(8), 1109-1130.

Omotosho, I. F. (2015). An Examination of Lawrence Bonjour's Externalist Theories of Empirical Knowledge. *International Journal of Arts and Humanities, 3*(12), 82-86.

Praia, C., Grande, P., Verde, C. (2011). *A planificação docente e o sucesso do processo ensino-aprendizagem*. Cidade da Praia, Santiago: Universidade Jean Piaget de Cabo Verde.

Rook, L. (2013). Mental models: a robust definition. *The Learning Organization*, *20*(1), 38-47.

Schopf, J. W., Kudryavtsev, A., Czaja, A. D., & Tripathi, A. B. (2007). Evidence of Archean life: stromatolites and microfossils. *Precambrian Research, 158*(3-4), 141-155.

Scott, P., Asoko, H., & Leach, J. (2007). Student conceptions and conceptual learning in science. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 31–56). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Searle, M. P., Windley, B. F., Coward, M. P., Cooper, D. J. W., Rex, A. J., Rex, D., ... & Kumar, S. (1987). The closing of Tethys and the tectonics of the Himalaya. *Geological Society of America Bulletin*, *98*(6), 678-701.

Seddon, A. W., Mackay, A. W., Baker, A. G., Birks, H. J. B., Breman, E., Buck, C. E., ... & Johnson, E. A. (2014). Looking forward through the past: identification of 50 priority research questions in palaeoecology. *Journal of Ecology, 102*(1), 256-267.

Seppä, H. (2018). *Palaeoecology*. Em Encyclopedia of Life Sciences. Chichester: John Wiley & Sons.

Sibley, D. F. (2009). A cognitive framework for reasoning with scientific models. *Journal of Geoscience Education*, *57*(4), 255-263.

Singh, B. P., Bhargava, O. N., Mikuláš, R., Prasad, S. K., Singla, G., & Kaur, R. (2017). Asteriacites and other trace fossils from the Po Formation (Visean–Serpukhovian), Ganmachidam Hill, Spiti Valley (Himalaya) and its paleoenvironmental significance. *Geologica Carpathica*, *68*(5), 464-478.

Spronken-Smith, R. (2012). Experiencing the process of knowledge creation: The nature and use of inquiry-based learning in higher education. Em *International Colloquium on Practices for Academic Inquiry.* Otago: University of Otago.

Stender, A., Schwichow, M., Zimmerman, C., & Härtig, H. (2018). Making inquiry-based science learning visible: the influence of CVS and cognitive skills on content knowledge learning in guided inquiry. *International Journal of Science Education*, 1-20.

Torres, J., Moutinho, S., & Vasconcelos, C. (2015). Nature of science, scientific and geoscience models: Examining students and teachers' views. *Journal of Turkish Science Education*, *12*(4), 3-21.

Turcotte, D., & Schubert, G. (2014). *Geodynamics* (3ª ed.). Cambridge: Cambridge University Press.

Uum, M. S. J., Verhoeff, R. P., & Peeters, M. (2017). Inquiry-based science education: scaffolding pupils' self-directed learning in open inquiry. *International Journal of Science Education, 39*(18), 2461-2481.

Valdiya, K. S. (2016). *The Making of India: Geodynamic Evolution* (2ª ed.). Switzerland: Springer International Publishing.

Vasconcelos, C. & Torres, J. (2017). Models in science and for teaching science: Data from an intervention programme. *International Journal of Learning and Teaching, 8*(5), 308-318.

Vasconcelos, C., & Almeida, A. (2012). *Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas: Propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geologia.* Porto: Porto Editora.

Voyer, D., & Voyer, S. D. (2014). Gender differences in scholastic achievement: A meta-analysis. *Psychological bulletin*, *140*(4), 1174.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes.* Cambridge: Harvard University Press.

Wei, B., & Li, X. (2017). Exploring science teachers' perceptions of experimentation: implications for restructuring school practical work. *International Journal of Science Education, 39*(13), 1775-1794.

Yacoubian, H. A. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, *40*(3), 308-327.

Anexos

Anexo 1. Teste Cognitivo

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO | U.PORTO | FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO | UNIDADE DE ENSINO DAS CIÊNCIAS

Teste Diagnóstico | Ciências Naturais - 7ºA.F.		
Nome:	nº	Classificação:
Professor:	10 de abril de 2018	

Grupo I – Deformação da Litosfera

Observa atentamente as seguintes figuras.

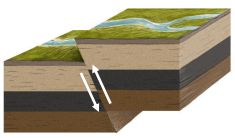


Figura 1

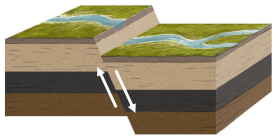


Figura 2

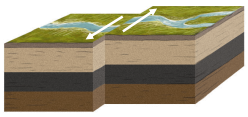


Figura 3

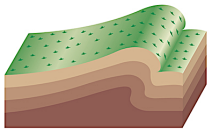


Figura 4

1. Completa os espaços em branco da coluna A com as estruturas geológicas da coluna B, de forma a obter uma correspondência correta. A cada espaço em branco da coluna A corresponde apenas uma estrutura de B.

Coluna A	Coluna B
Figura 1 – **C**	A. Falha normal.
Figura 2 – **A**	B. Dobra.
Figura 3 – **D**	C. Falha inversa.
Figura 4 – **B**	D. Falha transformante.

2. Ordena as seguintes afirmações de forma a estabelecer a sequência de eventos que estão na origem de estruturas como a da figuras 1. Inicia a sequência pela letra A.

A. As rochas presentes na litosfera encontram-se sujeitas à ação de forças tectónicas.
B. As rochas fraturam.
C. As forças atuantes comprimem o material rochoso.
D. O bloco correspondente ao teto sobe em relação ao muro.
E. O material rochoso atinge o seu limite de plasticidade.

A → **C** → **E** → **B** → **D**

3. Ordena as seguintes afirmações de forma a estabelecer a sequência de eventos que estão na origem de estruturas como a da figura 4. Inicia a sequência pela letra A.

A. As rochas presentes na litosfera encontram-se sujeitas à ação de forças tectónicas.
B. O material rochoso encurva sem atingir o seu limite de plasticidade.
C. Forma-se uma dobra.
D. As rochas sofrem a ação de forças compressivas.
E. O material rochoso começa a deformar-se.

A → **D** → **E** → **B** → **C**

4. As estruturas das figuras 1, 2 e 3 formam-se, preferencialmente, em...

X ... regime frágil. ☐ ... regime dúctil.

5. A estrutura da figura 4 forma-se, preferencialmente, em...

☐ ... regime frágil. **X** ... regime dúctil.

6. Distingue as forças que originaram, respetivamente, as estruturas das figuras 1, 2, 3 e 4, completando os espaços em branco da coluna A com os termos da coluna B. A cada espaço em branco da coluna A corresponde apenas um termo de B.

Coluna A	Coluna B
Figura 1 – **A** Figura 2 – **B** Figura 3 – **C** Figura 4 – **B**	A. Forças compressivas. B. Forças distensivas. C. Forças de desligamento.

Grupo II – Formação de Cadeias Montanhosas: os Himalaias

A litosfera corresponde à camada mais superficial da Geosfera e encontra-se dividida em várias porções denominadas por placas litosféricas. As placas litosféricas movimentam-se sobre a astenosfera – uma camada com características plásticas. Este movimento decorre dos mecanismos de geodinâmica interna, originando vários relevos e estruturas presentes no globo terrestre, como enunciado na teoria unificadora do pensamento geológico – a Teoria da Tectónica de Placas.

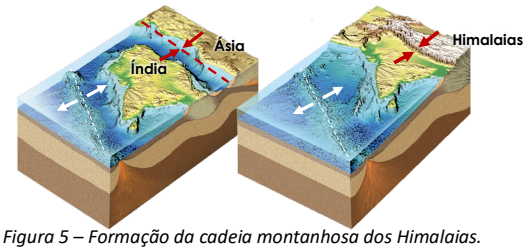


Figura 5 – Formação da cadeia montanhosa dos Himalaias.

1. Num local onde há a formação de cadeias montanhosas podem ocorrer sismos?

X Sim. ☐ Não.

2. Numa região onde há a formação de cadeias montanhosas pode ocorrer vulcanismo?

X Sim. ☐ Não.

3. Num local onde há a formação de cadeias montanhosas poderão existir fósseis?

X Sim. ☐ Não.

4. O limite tectónico que está na origem da cadeia montanhosas dos Himalaias compreende...

☐ ... duas placas oceânicas.

☐ ... uma placa oceânica e uma placa continental.

X ... duas placas continentais.

☐ ... apenas uma placa oceânica.

Nome: **nº**

5. Qual o tipo de movimento que conduziu à formação da cadeia montanhosa dos Himalaias?

- ☐ Movimento divergente.
- **X** Movimento convergente.
- ☐ Movimento transformante.
- ☐ Nenhum dos anteriores.

6. Ordena as seguintes afirmações de forma a estabelecer a sequência de eventos que correspondem à formação da cadeia montanhosa dos Himalaias (figura 5). Inicia a sequência pela letra A.

A. A litosfera terreste encontra-se dividida em várias placas litosféricas, que se movimentam devido às correntes de convecção presentes no manto.
B. As placas Indiana e Euroasiática colidiram, conduzindo ao fecho do oceano de Tétis (localizado entre as duas massas continentais).
C. O contínuo aumento de espessura da crusta resultou na elevação dos terrenos da região dos Himalaias e, assim, na formação de uma cadeia montanhosa.
D. A colisão das placas Indiana e Euroasiática provocou o enrugamento (deformação) da crusta, aumentando a sua espessura.
E. A placa Indiana moveu-se para Norte em direção à Placa Euroasiática.

A → **E** → **B** → **D** → **C**

7. A existência de várias espécies marinhas fossilizadas nas formações do cimo dos Himalaias permite-nos reconstituir um ambiente bastante diferente do atual. Explica por que razão existem fósseis marinhos no cimo da cadeia montanhosa dos Himalaias.

2 tópicos:

T1: Explicar que os fósseis marinhos resultam da deposição, em ambientes com características específicas, de organismos que habitavam no oceano entre as duas massas continentais que deram origem aos Himalaias.

T2: Referir que após a fossilização destes seres marinhos, os estratos em que estes se encontravam sofreram elevação devido ao contexto colisional da região, encontrando-se agora no topo desta cadeia montanhosa – em ambiente terrestre.

Tabela 1 - Critérios de correção da resposta aberta.

Cotação	Critérios de correção por tópico
0 pontos	Não responde ou responde de forma incorreta.
3 pontos	Responde de forma incompleta ou com imprecisões científicas.
5 pontos	Responde de forma completa e cientificamente correta.

Grupo III – Paleontologia e Diversidade Biológica

Nas rochas que formam os Himalaias existem vários somatofósseis e icnofósseis de diversos grupos biológicos. Podem-se destacar vários géneros desde foraminíferos e bivalves, a gastrópodes e cefalópodes, e até seres mais complexos como peixes, répteis e mamíferos. No passado desta região encontravam-se organismos tão especiais, no estabelecimento da idade relativa das rochas, como as trilobites e amonites, e tão espetaculares como espécies ancestrais dos cetáceos (baleias), ou os temíveis répteis marinhos do género Plesiosaurus. É de evidenciar também a presença do género Glossopteris, importante argumento paleontológico da Teoria da Deriva Continental de Alfred Wegener.

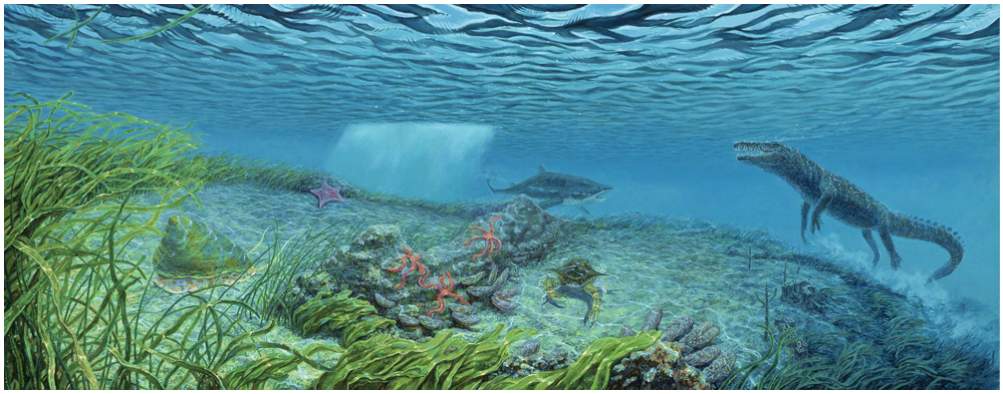


Figura 6 - Reconstituição de um habitat marinho pouco profundo do Eoceno (56 a 33,9 milhões de anos).

1. As estrelas do mar, como *Asteriacites stelliformis*, fossilizadas nos Himalaias, são exemplo de...
- ☐ ... um vertebrado.
- ☐ ... um produtor.
- ☐ ... um decompositor.
- **X** ... um invertebrado.

2. Os fósseis de baleias ancestrais do género *Himalayacetus*, presente nos Himalaias, são exemplo de...
- **X** ... um mamífero.
- ☐ ... uma ave.
- ☐ ... um peixe.
- ☐ ... um anfíbio.

3. *Glossopteris* é um género ancestral extinto dos fetos atuais. Este género pertence ao reino...
- ☐ ... das bactérias.
- **X** ... das plantas.
- ☐ ... dos animais.
- ☐ ... dos fungos.

Nome: **nº**

4. Os répteis preservados nos estratos dos Himalaias, como *Mesosaurus*, apresentavam a pele revestida por...

- ☐ ... penas.
- ☐ ... pelos.
- X ... escamas.
- ☐ ... quitina.

5. As diatomáceas, seres produtores presentes no oceano anterior à formação dos Himalaias, são organismos _____, uma vez que produzem matéria orgânica através _____.

- X ... autotróficos... da luz.
- ☐ ... heterotróficos... da água.
- ☐ ... autotróficos... dos alimentos.
- ☐ ... heterotróficos... da luz.

Bom trabalho!

	Grupo I						Grupo II							Grupo III				
Questões	1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.
Cotação	8	8	8	3	3	8	3	3	3	5	5	8	10	5	5	5	5	5

V de Gowin | Ciências Naturais - 7ºA.F.

Nome:	nº	Classificação:
Professor:	11 de abril de 2018	

TEORIA

***Teoria da Tectónica de Placas*:** Esta teoria afirma que a superfície da Terra está fragmentada em várias **placas litosféricas** e que estas se movimentam, alterando a posição dos continentes. Este movimento resulta das **correntes de convecção** que existem no **manto**. Em função do tipo de movimento, as zonas de fronteira das placas podem corresponder a diferentes tipos de limites: limite com movimento **divergente**, limite com movimento **convergente** e limite com movimento **transformante**.

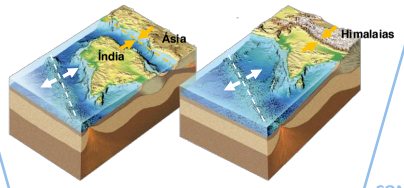
PRINCÍPIOS

- A **litosfera** encontra-se fragmentada em várias **placas litosféricas** que se deslocam sobre a **astenosfera**;
- As **placas litosféricas** interagem umas com as outras nos seus bordos ou limites de placa;
- O calor do interior da Terra gera fluxos de materiais sob a litosfera, as **correntes de convecção**, arrastando as **placas litosféricas**;
- A deformação da litosfera traduz-se na formação de estruturas geológicas como **dobras** e **falhas**;
- As **dobras** resultam do encurvamento (dobramento) de estruturas inicialmente planas, decorrente da atuação de **forças compressivas** em materiais com **comportamento dúctil**. As dobras com concavidade voltada para baixo designam-se **antiformas** (∩), enquanto as dobras com concavidade voltada para cima denominam-se **sinformas** (∪);
- As **falhas** são ruturas que ocorrem nas rochas quando estas são sujeitas a forças que ultrapassam a sua resistência - **comportamento frágil**. Essas forças podem ser de **distensão** (← →), de **compressão** (→ ←) e de **cisalhamento** (↑↓), originando **falhas normais**, **inversas** e **transformantes**, respetivamente;
- A colisão entre duas placas litosféricas conduz ao enrugamento dos bordos das mesmas (deformação dos materiais rochosos) e à formação das **cadeias montanhosas**, como os Himalaias;
- Os **fósseis** são restos de seres vivos (**somatofósseis**) ou vestígios da sua atividade (**icnofósseis**) que ficaram preservados nas rochas no passado geológico. Os **fósseis** que permitem conhecer os ambientes em que os organismos viveram são chamados de **fósseis de ambiente ou fácies**. Os fósseis que permitem datar as rochas em que se encontram denominam-se por **fósseis de idade**.

CONCEITOS: Teoria da Tectónica de Placas; Placa litosférica; Astenosfera; Manto; Corrente de convecção; Limite com movimento divergente; Limite com movimento convergente; Limite com movimento transformante; Deformação da Litosfera; Comportamento frágil; Comportamento dúctil; Dobra antiforma; Dobra sinforma; Falha normal; Falha inversa; Falha transformante; Cadeia montanhosa; Somatofóssil; Icnofóssil; Fóssil de ambiente ou fácies; Fóssil de idade.

PROCEDIMENTO

1. Com cerca de 15 cm de distância entre as duas placas de madeira, colocar duas camadas de plasticina de cor diferente, cada uma com cerca de 0,5 cm de espessura (fig.1);
2. Depositar um nível de areia com cerca de 1 cm de espessura (fig.2);
3. Dispor pequenas conchas e cobrir com dois níveis de argila de cor diferente, com cerca de 0,5 cm de espessura cada um (fig.3);
4. Empurrar a placa de madeira móvel em direção à placa de madeira fixa (fig.4).



QUESTÕES-CENTRAIS

Como se formaram os Himalaias? Por que razão existem fósseis marinhos no topo desta cadeia montanhosa?

JUÍZOS DE VALOR

A placa de madeira fixa representa: Placa Euroasiática (4 pontos)
A placa de madeira móvel representa: Placa Indiana (4 pontos)
A plasticina simula: Crusta terrestre (4 pontos)
A argila e as areias simulam: Sedimentos marinhos (4 pontos)
As conchas representam: Fósseis (4 pontos)

CONCLUSÕES

(Resposta(s) às questões centrais)

T1: Referir que o choque entre duas placas litosféricas continentais – limite convergente – está na origem da cadeia montanhosa dos Himalaias. T2: Mencionar que os materiais, consoante a sua natureza e condições a que são submetidos reagem de forma diferente, criando estruturas associadas como falhas e dobras, resultantes do espessamento crustal. (10 pontos)
T1: Referir que após a fossilização dos seres marinhos, os estratos em que estes se encontravam sofreram elevação devido ao contexto colisional da região. T2: Indicar que os fósseis marinhos se encontram atualmente no topo desta cadeia montanhosa – em ambiente terrestre (10 pontos).

TRANSFORMAÇÕES

FASE	OBSERVAÇÕES	ESQUEMAS
Fase inicial	Disposição das camadas: Horizontal. (4 pontos) Espessura aproximada das camadas: X cm (2 pontos) Estado dos materiais: Não deformados. (2 pontos)	4 pontos
Fase intermédia	Estado das camadas: Deformadas. (4 pontos) Espessura aproximada das camadas: X cm (2 pontos) Comportamento dos materiais: Início da deformação. A plasticina dobra, pois é um material dúctil. As areias e argilas fraturam, pois são materiais frágeis. (6 pontos)	4 pontos
Fase final	Estado das camadas: Dobradas e fraturadas. (4 pontos) Espessura aproximada das camadas: X cm (2 pontos) Comportamento dos materiais: A plasticina encontra-se dobrada. As areias e argilas encontram-se fraturadas. (4 pontos) Posição das conhas: surgem no topo da "cadeia montanhosa". (2 pontos)	4 pontos

REGISTOS

(Descrição dos resultados obtidos)

T1: No início todas as camadas encontravam-se na horizontal. T2: Com o início da compressão, a plasticina dobra e as areias e argilas fraturam. T3: A deformação dos materiais resulta no aumento da espessura destas. T4: Os fósseis que antes se encontravam no fundo do oceano, surgem no cimo da cadeia montanhosa, devido à elevação das camadas (16 pontos).

Figura 1

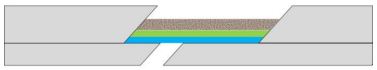


Figura 2

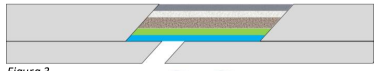


Figura 3

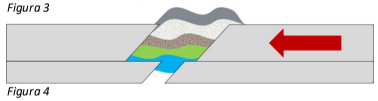


Figura 4

Guião de Entrevista | Ciências Naturais - 7ºA.F.

Grupo I – Conteúdo Científico

1. O que é uma falha?

   (Perguntas Intercalares: Uma falha é uma fratura? Em que difere uma falha e uma fratura?)

   Objetivo: Verificar se os alunos compreendem o que é uma falha.

2. Quais os tipos de falhas que conhecem?

   Objetivo: Discriminar se os discentes expõem os diversos tipos de falhas.

3. Quais os tipos de falhas que conhecem?

   Objetivo: Averiguar se os alunos enunciam as diferentes forças envolvidas na formação das falhas.

4. O que é uma dobra?

   (Perguntas Intercalares: É uma superfície planar ou curva?)

   Objetivo: Avaliar se os alunos percebem o que é uma dobra.

5. As falhas resultam de materiais com comportamento dúctil ou frágil?

   Objetivo: Determinar se os discentes associam as falhas a estruturas formadas sob regime frágil.

6. As dobras resultam de materiais com comportamento dúctil ou frágil?

Objetivo: Perceber se os discentes associam as dobras a estruturas formadas sob regime dúctil.

7. Como se formam as cadeias montanhosas?

(Perguntas Intercalares: Qual o mecanismo/fenómeno geológico que conduz à formação de montanhas? As cadeias montanhosas formam-se em contextos distensivos, compressivos ou transformantes?)

Objetivo: Aferir se os alunos entendem como se formam as cadeias montanhosas.

8. Quais são as placas tectónicas responsáveis pela formação dos Himalaias?

Objetivo: Analisar se os discentes identificam as placas Indiana e Euroasiática como responsáveis pela formação dos Himalaias.

9. Qual é a natureza das placas tectónicas que estão na origem dos Himalaias?

(Perguntas Intercalares: Os Himalaias resultam da colisão entre duas placas oceânicas? Serão duas placas continentais ou uma oceânica e uma continental?)

Objetivo: Certificar se os discentes identificam corretamente a natureza das placas tectónicas envolvidas na formação dos Himalaias.

10. Qual é a importância geológica da existência de fósseis marinhos no cimo dos Himalaias?

(Pergunta Intercalar: A existência de fósseis marinhos permite-nos identificar algum tipo ambiente passado?)

Objetivo: Assegurar se os discentes reconhecem a importância geológica da existência de fósseis marinhos no cimo dos Himalaias.

11. Conseguem enumerar alguns dos fósseis presentes nos Himalaias? Quais?

Objetivo: Perceber se os discentes são capazes de elencar alguns dos fósseis presentes nos Himalaias.

12. Qual seria o seu papel na cadeia alimentar?

Objetivo: Avaliar se os discentes relacionam corretamente o papel trófico dos organismos fósseis que referiram.

Grupo II – Metodologia de Ensino Baseado em Modelos

13. Julgam que aprendem melhor ao utilizar modelos como na aula anterior? Porquê?

Objetivo: Inquirir se os discentes consideram que a metodologia de ensino baseado em modelos é benéfica para a sua melhor compreensão dos fenómenos em estudo.

14. A utilização do modelo ajudou a formular explicações para os fenómenos geológicos em estudo?

Objetivo: Entender se os discentes julgam que o recurso a modelos facilita o processo de formulação de explicações.

15. Gostavam de aprender outros conteúdos através da utilização de modelos?

Objetivo: Averiguar, se no entender dos alunos, estes gostavam de aprender outros conteúdos programáticos com recurso a modelos.

Ano Letivo 2017-2018		Disciplina / Turma	Ciências Naturais 7º A.F.

PLANIFICAÇÃO DE AULA

Unidade	Terra em transformação
Subunidades	Estrutura e dinâmica interna da Terra A Terra conta a sua história

Número de Aulas	1 aula teórica (50 min.) + 2 aulas práticas (100 min.) *1/2 turma em cada*
	Total: 3 aulas (150 minutos)

Sumário: (Aula 1)	Teste diagnóstico sobre a temática: "Deformações da Litosfera". A cadeia montanhosa dos Himalaias: (De)formação tectónica e paleontologia.

Sumário: (Aula 2)	Aprendizagem baseada em Modelos: "*Como se formaram os Himalaias? Por que razão existem fósseis marinhos no topo desta cadeia montanhosa?*". Preenchimento de um V de Gowin sobre a atividade laboratorial.

Campo concetual	Teoria da Tectónica de Placas; Placa litosférica; Astenosfera; Manto; Corrente de convecção; Limite com movimento divergente; Limite com movimento convergente; Limite com movimento transformante; Deformação da Litosfera; Comportamento frágil; Comportamento dúctil; Dobra; Falha normal; Falha inversa; Falha transformante; Cadeia montanhosa; Somatofóssil; Icnofóssil; Fóssil de ambiente ou fácies; fóssil de idade.

Objetivos	• Compreender os fundamentos da estrutura e da dinâmica da Terra; • Aplicar conceitos relativos à deformação das rochas; • Compreender a importância dos fósseis para a reconstituição da história da Terra.

Descritores (Aula 1)	- Caracterizar placa tectónica e os diferentes tipos de limites; - Inferir a importância das correntes de convecção como "motor" da mobilidade das placas tectónicas; - Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil; - Explicar a formação de dobra e de falhas; - Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas; - Apresentar uma definição de somatofóssil, icnofóssil, fóssil de ambiente ou fácies e fóssil de idade; - Explicar o contributo do estudo dos fósseis para a reconstituição da história da vida na Terra.

Desenvolvimento da Aula (Aula 1)	- Registar o sumário no quadro e no programa *Inovar Alunos*; - Administrar o Teste Diagnóstico sobre a temática em estudo; - Apresentar a temática em estudo e articulá-la com aprendizagens anteriores; - Explorar o PowerPoint "*Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais: Fósseis marinhos em Cadeias Montanhosas – Parte I*", promovendo o questionamento dos alunos e mediar a discussão surgida; - Registar no quadro os conteúdos mais relevantes, do tema em estudo, e solicitar aos alunos que os transcrevam para o caderno.

Descritores (Aula 2)	- Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil, com base numa atividade laboratorial; - Explicar a formação de dobra e de falhas, com base numa atividade laboratorial; - Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas, tendo por base uma atividade laboratorial; - Explicar o contributo do estudo dos fósseis para a reconstituição da história da vida na Terra.

Desenvolvimento da Aula (Aula 2)	- Registar o sumário no quadro e no programa *Inovar Alunos*; - Explorar o PowerPoint "*Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais: Fósseis marinhos em Cadeias Montanhosas – Parte II*", promovendo o questionamento dos alunos e mediar a discussão surgida; - Realizar a atividade laboratorial, com recurso à modelação; - Preencher do V de Gowin sobre a atividade laboratorial; - Registar no quadro os conteúdos mais relevantes, do tema em estudo, e solicitar aos alunos que os transcrevam para o caderno.

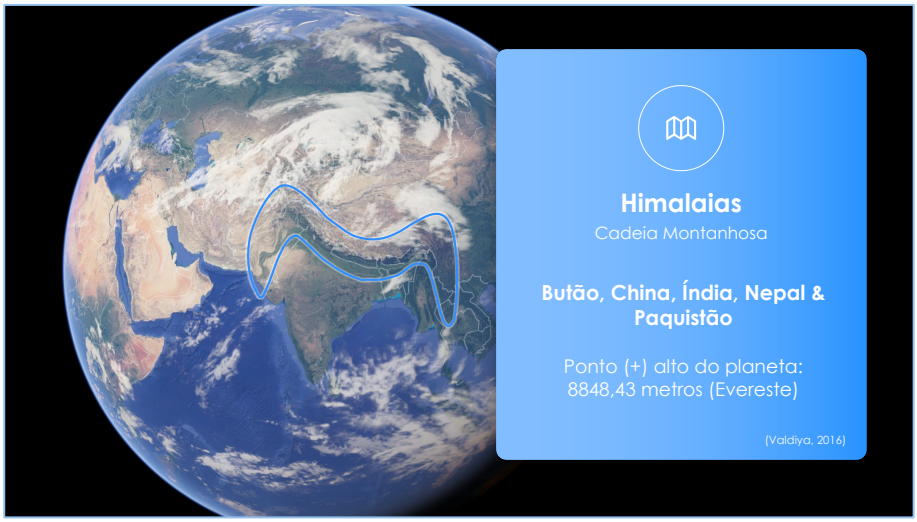
Tarefas e Atividades dos Alunos (Aula 1)	- Realização do Teste Diagnóstico sobre a temática em estudo; - Visualização e discussão da apresentação PowerPoint: "*Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais: Fósseis marinhos em Cadeias Montanhosas – Parte I*"; - Debate, em grupo alargado, sobre as aprendizagens realizadas a fim de elaborar uma síntese; - Transcrição para o caderno diário dos registos do quadro.
Mediação do Professor (Aula 1)	- Administração do Teste Diagnóstico sobre a temática em estudo; - Exploração do PowerPoint "*Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais: Fósseis marinhos em Cadeias Montanhosas – Parte I*" e dos recursos digitais, articulando com aprendizagens anteriores; - Incentivo à participação dos alunos e registo no quadro das ideias essenciais surgidas aquando da discussão em grupo turma; - Solicitação aos alunos do seu registo no caderno diário.
Recursos & Materiais (Aula 1)	- Apresentação PowerPoint: "*Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais: Fósseis marinhos em Cadeias Montanhosas – Parte I*"; - Quadro branco e caneta; - Computador e vídeo projetor; - Teste Diagnóstico; - Manual escolar adotado.
Avaliação (Aula 1)	- Grelha de registo sistemático do professor; - Teste Diagnóstico.

Tarefas e Atividades dos Alunos (Aula 2)	- Visualização e discussão da apresentação PowerPoint: "*Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais: Fósseis marinhos em Cadeias Montanhosas – Parte II*"; - Realização da atividade experimental, com recurso à modelação; - Preenchimento do V de Gowin sobre a atividade laboratorial; - Debate, em grupo alargado, sobre as aprendizagens realizadas a fim de elaborar uma síntese.
Mediação do Professor (Aula 2)	- Exploração do PowerPoint "*Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais: Fósseis marinhos em Cadeias Montanhosas – Parte II*" e dos recursos digitais, articulando com aprendizagens anteriores; - Incentivo à participação dos alunos e registo no quadro das ideias essenciais surgidas aquando da discussão em grupo turma; - Solicitação aos alunos do preenchimento do V de Gowin.
Recursos & Materiais (Aula 2)	- Apresentação PowerPoint: "Ensino Baseado em Modelos no 7º ano de Ciências Naturais: Fósseis marinhos em Cadeias Montanhosas – Parte II"; - Quadro branco e caneta; - Computador e vídeo projetor; - Modelo e materiais necessários à atividade laboratorial; - V de Gowin da atividade laboratorial; - Manual escolar adotado.
Avaliação (Aula 2)	- Grelha de registo sistemático do professor; - V de Gowin.

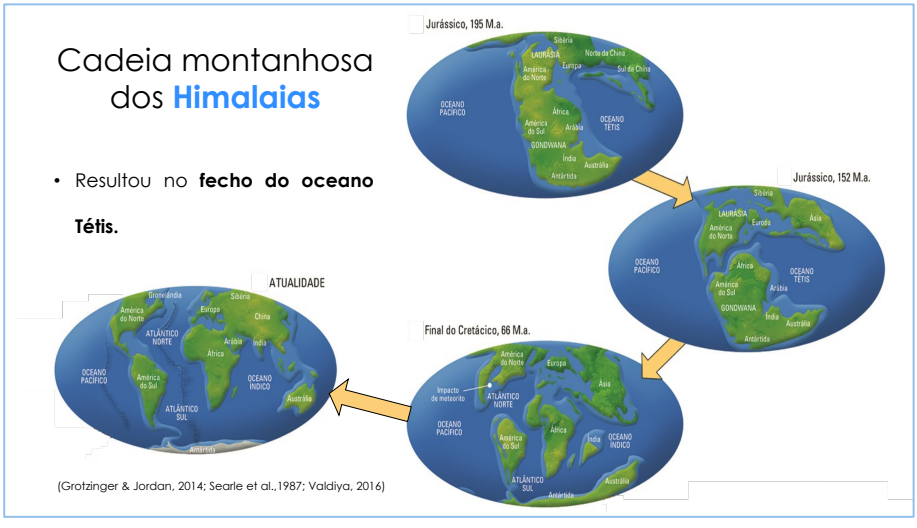
INDICADORES DE APRENDIZAGENS:

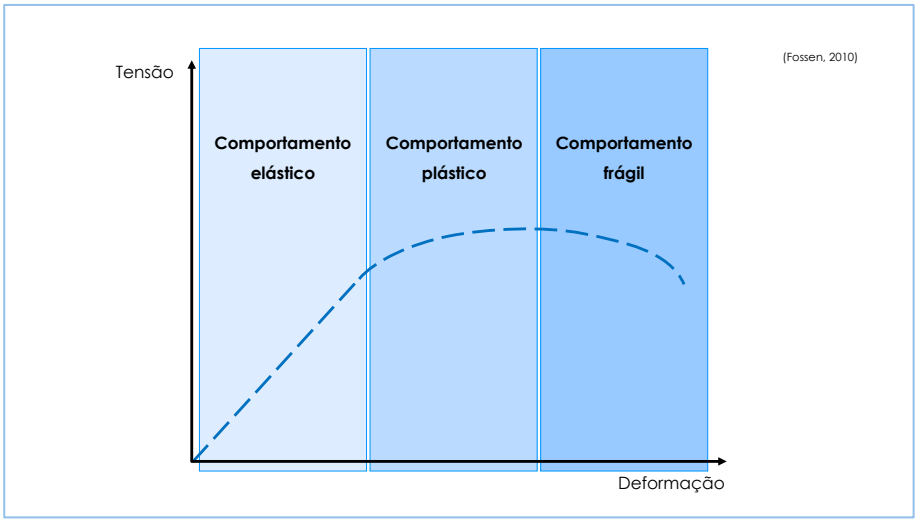
Conhecimentos	- Caracterizar placa tectónica e os diferentes tipos de limites; - Distinguir comportamento frágil de comportamento dúctil; - Explicar a formação de dobra e de falhas; - Relacionar a deformação das rochas com a formação de cadeias montanhosas; - Apresentar uma definição de somatofóssil, icnofóssil, fóssil de ambiente ou fácies e fóssil de idade; - Explicar o contributo do estudo dos fósseis para a reconstituição da história da vida na Terra.
Atitudes	- Argumentar de forma clara e fundamentada; - Relacionar as aprendizagens da aula com as aprendizagens anteriores e observações de situações do dia-a-dia; - Aplicar o conhecimento científico na resolução de questões e problemas; - Cumprir com as regras estabelecidas para um bom funcionamento da aula.

Anexo 5. Apresentação multimédia


Himalaias
Cadeia Montanhosa
Butão, China, Índia, Nepal & Paquistão
Ponto (+) alto do planeta:
8848,43 metros (Evereste)
(Valdiya, 2016)

Cadeia montanhosa dos Himalaias
• Formaram-se a partir da colisão entre duas placas continentais:
• Placa Indiana e a Placa Euroasiática.
(Grotzinger & Jordan, 2014; Valdiya, 2016)
Ásia
Índia
Himalaias


Cadeia montanhosa dos Himalaias
• Resultou no fecho do oceano Tétis.
Jurássico, 195 M.a.
Jurássico, 152 M.a.
Final do Cretácico, 66 M.a.
ATUALIDADE
(Grotzinger & Jordan, 2014; Searle et al.,1987; Valdiya, 2016)



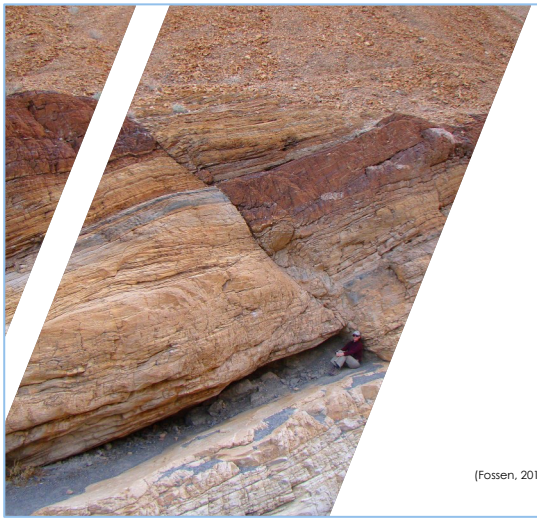
(Fossen, 2010)

Dobras

Resultam do **encurvamento** (dobramento) de estruturas inicialmente planas, decorrente da atuação de **forças compressivas**.

Regime de deformação dúctil!

(Fossen, 2010; Grotzinger & Jordan, 2014; Turcotte & Schubert, 2014)



Falhas

São **ruturas** que ocorrem nas rochas quando estas são sujeitas a forças que ultrapassam o seu **limite de plasticidade**.

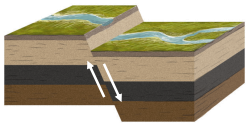
(Fossen, 2010; Grotzinger & Jordan, 2014; Turcotte & Schubert, 2014)

(Fossen, 2010; Grotzinger & Jordan, 2014; Turcotte & Schubert, 2014)

Falhas

Regime de deformação frágil

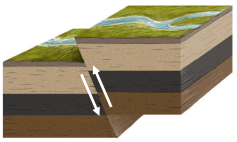
1 Falha Normal



Forças distensivas.

O tecto **desce** em relação ao muro.

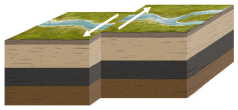
2 Falha Inversa



Forças compressivas.

O tecto **sobe** em relação ao muro.

3 Falha Transformante



Forças de desligamento.

Movimento **lateral** entre blocos.

(Grotzinger & Jordan, 2014)

Fósseis

São restos de seres vivos
(**somatofósseis**)
ou
vestígios da sua atividade
(**icnofósseis**)

que ficaram preservados nas rochas no passado geológico.

(Grotzinger & Jordan, 2014)

Fósseis

1 Idade

Permitem **datar**
as rochas em que se encontram.

2 Ambiente ou fácies

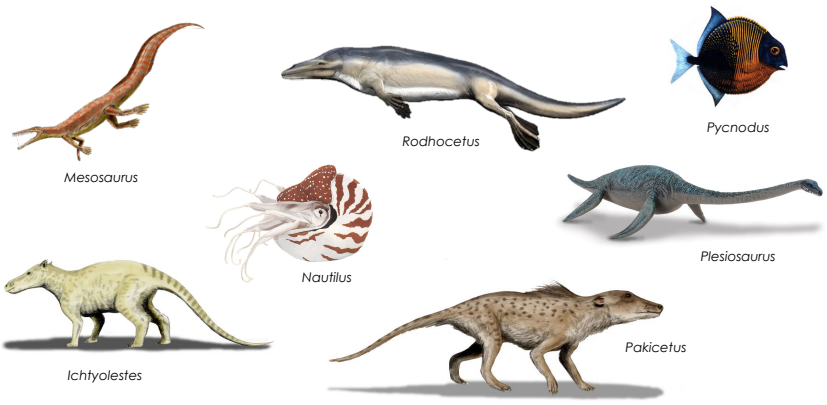
Permitem **conhecer os ambientes**
em que os organismos viveram.

Fósseis marinhos dos Himalaias

(Singh et al., 2017; Valdiya, 2016)

Grupos fósseis	Espécimes encontrados
Artrópodes marinhos	*Rusophycus* (icnofóssil), *Treptichnus* (icnofóssil)
Bivalves	*Lockeia* (icnofóssil), *Protovirgularia* (icnofóssil), *Monotis, Exogyra, Gryphaea, Mytilus, Hippurites, Trigonia, Inoceraus, Pecten, Ostrea*
Braquiópodes	*Lingulichnus* (icnofóssil)
Cefalópodes	*Turrilites, Acanthoceras, Lytoceras, Phylloceras, Nautilus*
Cnidários	Várias espécies da Ordem Scleractinia
Echinodermatas	*Asteriacites stelliformis, A. quinquefolius, Biformites*
Gastrópodes	*Psammichnites* (icnofóssil)
Mamíferos marinhos	*Pakicetus, Rodhocetus, Ichtyolestes, Himalayacetus*
Peixes cartilagíneos	*Otodus, Ptychodus*
Peixes ósseos	*Pycnodus*
Répteis marinhos	*Mesosaurus, Plesiosaurus, Gondwanasuchus*

Fósseis marinhos dos Himalaias



Bibliografia

- Fossen, H. (2010). *Structural Geology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Grotzinger, J., & Jordan, T. (2014). *Understanding Earth* (7ª ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Searle, M. P., Windley, B. F., Coward, M. P., Cooper, D. J. W., Rex, A. J., Rex, D., ... & Kumar, S. (1987). The closing of Tethys and the tectonics of the Himalaya. *Geological Society of America Bulletin*, *98*(6), 678-701.
- Singh, B. P., Bhargava, O. N., Mikuláš, R., Prasad, S. K., Singla, G., & Kaur, R. (2017). Asteriacites and other trace fossils from the Po Formation (Visean–Serpukhovian), Ganmachidam Hill, Spiti Valley (Himalaya) and its paleoenvironmental significance. *Geologica Carpathica*, *68*(5), 464-478.
- Turcotte, D., & Schubert, G. (2014). *Geodynamics*. Cambridge University Press.
- Valdiya, K. S. (2016). *The Making of India: Geodynamic Evolution* (2ª ed.): Springer International Publishing.

Anexo 6. Grelha de Correção do Teste Cognitivo

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO — U.PORTO — FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO — UNIDADE DE ENSINO DAS CIÊNCIAS

Grelha de Classificações do Teste Diagnóstico | Ciências Naturais - 7ºA.F.

Professor Tiago Ribeiro — 10 de abril de 2018

		Grupo I						Grupo II							Grupo III					TOTAL
Questões		1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.	
Cotação		*8*	*8*	*8*	*3*	*3*	*8*	*3*	*3*	*3*	*5*	*5*	*8*	*10*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*	100
Nº	Nome																			
1		4	0	8	0	0	6	3	3	3	5	5	8	6	5	5	5	5	0	71
2		8	0	0	3	3	2	3	0	3	0	0	0	0	5	5	5	0	0	37
3		8	0	8	0	0	4	3	0	3	5	0	0	0	5	5	5	5	0	51
4		8	8	8	3	3	6	3	3	3	0	5	8	0	0	5	0	5	5	73
5		8	8	8	3	3	4	3	3	3	5	5	8	8	5	5	5	5	0	89
6		4	0	0	0	0	6	3	3	3	5	5	8	8	5	5	5	5	0	65
7		4	0	8	3	3	4	3	3	3	5	5	0	0	5	5	5	0	0	56
8		2	0	0	3	3	4	3	3	0	0	5	0	0	5	5	5	5	0	43
9		4	0	0	0	0	0	3	0	3	5	0	8	6	5	0	0	0	0	34
10		8	0	8	3	3	6	3	3	3	0	5	8	8	5	5	5	0	0	73
11		8	0	8	3	3	4	3	0	3	5	5	8	0	5	5	5	5	0	70
12		8	0	8	0	0	4	3	0	3	5	0	0	0	5	5	5	5	0	51
13		4	0	8	0	3	2	0	3	3	0	0	0	0	0	5	0	5	0	33
14		8	0	8	3	3	4	3	3	3	5	5	0	3	5	5	5	5	0	68
15		4	8	8	3	3	4	3	3	3	5	5	8	8	5	5	5	5	0	85
16		4	0	8	3	3	0	3	3	0	5	5	0	0	5	5	5	0	0	49
17		4	0	0	0	0	2	3	0	3	5	0	0	0	0	0	0	5	0	22
18		8	0	0	3	3	8	3	0	3	5	0	0	6	5	5	5	5	0	59
19		8	0	0	3	3	0	3	3	3	0	0	0	3	5	5	5	5	0	46
20		4	0	8	3	3	4	3	3	3	5	0	8	3	0	5	5	0	0	57
21		8	8	0	3	3	6	3	0	3	5	5	8	3	5	5	5	5	0	75
22		4	8	8	3	3	0	3	3	3	0	5	8	3	5	5	0	0	0	61
23		8	8	8	3	3	0	3	3	3	5	5	8	6	5	5	0	5	0	78
24		8	8	0	3	3	4	3	0	3	5	5	8	8	5	5	5	5	0	78
25		8	0	8	3	3	4	3	3	3	5	5	8	0	5	5	5	0	0	68
26		4	8	8	3	3	6	3	0	3	0	5	8	5	5	5	5	5	0	76
27		4	8	8	3	3	6	3	3	3	5	5	8	6	5	5	5	5	0	85
28		4	0	0	0	0	4	3	3	3	0	5	8	0	5	5	5	5	0	50
29		4	0	0	0	0	6	3	3	3	5	5	0	0	5	5	5	5	0	49
30		4	8	0	3	3	4	3	3	3	0	5	8	0	5	5	5	5	0	64

Média
60,5

DesvPadr.
17,0

	f
Insuf.	8
Suf.	11
Bom	11
Mt Bom	0

Grupo I						Grupo II							Grupo III				
1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	1.	2.	3.	4.	5.
8	*8*	*8*	*3*	*3*	*8*	*3*	*3*	*3*	*5*	*5*	*8*	*10*	*5*	*5*	*5*	*5*	*5*
72,5%	33,3%	60,0%	70,0%	73,3%	47,5%	96,7%	66,7%	93,3%	66,7%	70,0%	60,0%	30,0%	86,7%	93,3%	80,0%	73,3%	3,3%

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO — U.PORTO — FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO — UNIDADE DE ENSINO DAS CIÊNCIAS

Grelha de Classificações do V de Gowin| Ciências Naturais - 7ºA.F.

Professor Tiago Ribeiro | 11 de abril de 2018

7ºA.F.		Registos	Transformações												Conclusões		Juízos de Valor					TOTAL
Questões		1.	1.1.	1.2.	1.3.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	3.3.	Esq1	Esq2	Esq3	1.	2.	1.	2.	3.	4.	5.	
Cotação		*16*	*4*	*2*	*2*	*4*	*2*	*6*	*4*	*2*	*6*	*4*	*4*	*4*	*10*	*10*	*4*	*4*	*4*	*4*	*4*	100
Nº	Nome																					
1		5	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	5	3	3	4	4	4	80
2		0	4	2	2	4	2	6	4	2	4	4	4	4	5	0	0	0	2	2	2	53
3		4	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	5	4	4	4	4	4	81
4		0	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	0	0	4	4	4	4	4	64
5		8	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	5	8	4	4	3	4	4	84
6		0	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	10	8	2	2	4	4	4	78
7		4	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	78
8		4	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	8	4	4	4	4	4	84
9		2	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	5	0	0	3	2	4	4	64
10		16	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	10	2	2	2	4	4	92
11		12	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	86
12		8	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	0	3	3	4	4	4	78
13		2	4	2	2	4	2	3	4	2	0	4	4	0	3	0	0	0	0	0	4	40
14		0	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	5	5	0	0	4	4	4	66
15		16	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	90
16		4	4	2	2	4	2	3	4	2	6	4	4	4	5	3	4	3	4	4	4	72
17		4	4	2	1	4	2	6	4	2	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	37
18		8	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	10	10	3	3	3	4	4	89
19		4	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	8	2	2	4	4	4	80
20		4	*4*	*2*	*2*	*4*	*2*	*6*	*4*	*2*	*6*	*4*	*4*	*4*	8	8	3	3	4	4	4	82
21		8	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	5	3	3	4	4	4	83
22		4	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	78
23		12	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	8	4	4	4	4	4	92
24		4	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	78
25		8	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	5	3	3	4	4	4	83
26		0	4	2	2	4	2	6	4	2	4	4	4	4	8	8	3	3	3	4	4	75
27		2	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	5	8	2	4	4	4	4	77
28		4	4	2	2	4	2	6	2	2	6	4	4	4	0	0	2	3	4	4	4	63
29		1	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	4	8	0	3	3	4	4	4	71
30		8	4	2	2	4	2	6	4	2	6	4	4	0	5	5	4	4	4	4	4	78

Média
75,2

DesvPad
13,5

	f
Insuf.	2
Suf.	5
Bom	20
Mt Bom	3

Registos	Transformações												Conclusões		Juízos de Valor				
1.	1.1.	1.2.	1.3.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	3.3.	Esq1	Esq2	Esq3	1.	2.	1.	2.	3.	4.	5.
32,5%	100,0%	100,0%	98,3%	100,0%	100,0%	96,7%	98,3%	100,0%	91,1%	100,0%	100,0%	90,0%	59,7%	47,3%	68,3%	72,5%	85,8%	91,7%	95,0%

Anexo 8. Tratamento da transcrição das Entrevistas Focais

Agrupamento de Escolas FONTES PEREIRA DE MELO | U.PORTO | FACULDADE DE CIÊNCIAS UNIVERSIDADE DO PORTO | UNIDADE DE ENSINO DAS CIÊNCIAS

Entrevistas em Grupos Focais | Ciências Naturais - 7ºA.F.

Código	*Respostas nas entrevistas em grupos focais*
	Q1: O que é uma falha?
A1 *(f=5)*	**II-1:** *Uma falha é quando as rochas se quebram devido à pressão e fica um interstício entre elas.* **II-4:** *Uma falha tem movimento e uma fratura não!* **III-1:** *Uma falha acho que é uma fenda que surge entre as rochas.* --- **III-2:** *Por causa do seu comportamento frágil. Então, a rocha quebra e isso dá origem a uma fenda a que chamamos falha.* **III-1:** *Uma fratura é uma coisa que se nota que quebrou e uma falha é algo que apresenta movimento... vários tipos de movimentos.* --- **IV-1:** *Eu acho que uma falha é quando as rochas partem porque não são dúcteis, originado fraturas.* **IV-1:** *Uma falha é uma fratura com movimento.* **IV-2:** *Eu acho que uma falha é quando uma rocha não tem comportamento dúctil e tem comportamento frágil e fratura.* --- **V-1:** *Uma falha é uma fratura que pode ter origem num movimento de compressão, distensão ou de desligamento.* --- **VI-1:** *É uma deformação que ocorre na superfície terrestre quando tem um regime frágil e acontece uma fratura.* **VI-2:** *É uma fratura com movimento...*
A2 *(f=1)*	**I-2:** *É um desligamento entre placas.*
	Q2: Quais os tipos de falhas que conhecem?
B1 *(f=4)*	**I-2 & I-4:** *Haviam falhas normais, inversas e falhas de desligamento.* --- **IV-4:** *As normais.* **IV-5:** *As inversas.* **IV-6:** *...e as transformantes.* --- **V-2:** *Falhas normais, inversas e havia outra...* **V-1:** *A outra era transformante!* --- **VI-1:** *Podem ser normais, inversas e de desligamento.*
B2 *(f=2)*	**Grupo focal 2:** não identificou nenhum tipo de falhas --- **Grupo focal 3:** não identificou nenhum tipo de falhas

Q3: Quais os tipos de forças que estão na origem das falhas?	
C1 *(f=6)*	**I-3:** *Compressivas.* **I-1 & I-2:** *E distensivas.* **I-4:** *Forças de desligamento.* --- **II-1:** *Podem ser distensivas.* **II-3:** *... e compressivas...* **II-4:** *...e desligamento.* --- **III-2:** *Forças compressivas e distensivas.* **III-4:** *E forças transformantes!* --- **IV-1:** *As convergentes...* **IV-2:** *...distensivas...* **IV-1:** *...ou transformantes.* --- **V-2:** *Distensivas.* **V-1:** *Compressivas.* **V-3:** *E de desligamento.* --- **VI-4:** *Convergentes ou compressivas.* **VI-1:** *Distensivas e de desligamento.*

Q4: O que é uma dobra?	
D1 *(f=6)*	**I-2:** *É quando as placas sofrem forças compressivas e são dúcteis, não fraturam e dobram.* --- **II-1:** *Uma dobra é quando as rochas com comportamento dúctil e a forças compressivas ficam com aspeto dobrado.* --- **III-1:** *As dobras são formadas a partir de forças das placas que ao apertar não partem, mas dobram.* --- **IV-2:** *A dobra é quando a rocha tem comportamento dúctil e, ao invés de fraturar, vai se dobrando...* **IV-1:** *Por causa de forças compressivas!* --- **V-1:** *Uma dobra é quando uma rocha dúctil se dobra devido a um movimento compressivo.* **V-4:** *Aquelas rochas antes estavam planas, mas pela ação de forças compressivas foram obrigadas a dobrar.* **V-1:** *As rochas estavam em camadas.* --- **VI-4:** *São as forças compressivas das placas...* **VI-1:** *...num regime dúctil ou plástico que como a litosfera é mais flexível do que quando se formam falhas, não chega a fraturar e dobra.*

Q5: As falhas resultam de materiais com comportamento dúctil ou frágil?	
E1 *(f=6)*	**I-5:** *As falhas formam-se em regime frágil.* --- **II-1:** *O frágil é das falhas.* --- **III-1:** *Frágil.* --- **IV-4:** *As falhas formam-se num regime frágil.* --- **V-3:** *E as falhas num regime frágil.* --- **VI-5:** *As falhas são em regime frágil...*

Q6: As dobras resultam de materiais com comportamento dúctil ou frágil?	
F1 *(f=6)*	**I-5:** *...e as dobras em regime dúctil.* --- **II-1:** *...e o dúctil é das dobras.* --- **III-1 & III-2:** *Comportamento dúctil.* --- **IV-5:** *As dobras formam-se num regime dúctil.* --- **V-5:** *As dobras formam-se num regime dúctil.* --- **VI-2:** *... e as dobras em regime dúctil.*

Q7: Como se formam as cadeias montanhosas?	
G1 *(f=6)*	**I-3:** *São duas placas continentais ou oceânicas que se juntam e colidem e formam as montanhas...* **I-1:** *... através de forças compressivas.* **I-2:** *Fraturam e dobram!* **I-4:** *E aumentam a sua espessura!* --- **II-1:** *As rochas, devido às forças compressivas das placas litosféricas, deformam-se e elevam-se, pois, a sua espessura começa a ser maior.* --- **III-3:** *Não tenho a certeza, mas haviam camadas que, com as placas a chocarem, deformavam-se...* **III-2:** *...graças às forças compressivas.* **III-1:** *Vou dar o exemplo dos Himalaias! Havia a placa Indiana que chocou com a placa Asiática e com o choque acabou por levantar as camadas que estavam debaixo do mar e formou uma cadeia montanhosa.* **III-2:** *A litosfera deforma-se, aumentando a sua espessura.* ---

	IV-3: *Uma montanha forma-se quando duas placas tectónicas convergem, o que faz com que as camadas vão subindo e formando uma cadeia montanhosa com o aumento de espessura.* **IV-1:** *Como o limite é convergente as rochas vão deformando-se.* --- **V-2:** *Os Himalaias formaram-se pelo fecho do oceano Tétis e as rochas do fundo do mar foram dobradas e obrigadas a elevarem-se...* **V-1:** *As rochas foram deformadas pelas forças compressivas, porque o interior da Terra está sempre em movimento devido às correntes de convecção.* --- **VI-3:** *Há a colisão de duas placas e formam-se dobras e falhas com as forças compressivas e elevavam-se por vários quilómetros.* **VI-4:** *Aumentavam a espessura.*

Q8: Quais são as placas tectónicas responsáveis pela formação dos Himalaias?	
H1 *(f=6)*	**I-1, I-2 e I-3:** *A placa Euroasiática e a placa Indiana.* --- **II-5:** *A placa Euroasiática.* **II-3:** *A placa Indiana.* --- **III-3:** *Era a Euroasiática e a Indiana.* --- **IV-3:** *Euroasiática.* **IV-4:** *Indiana.* --- **V-1:** *Era a Euroasiática e...* **V-5:** *... a Indiana.* --- **VI-4:** *É a Euroasiática e a Indiana.*

Q9: Qual é a natureza das placas tectónicas que estão na origem dos Himalaias?	
I1 *(f=6)*	**I-3:** *Eram as duas placas continentais.* --- **II-1 & II-5:** *Eram as duas continentais!* --- **III-4:** *Continentais!* --- **IV-3:** *Eram duas continentais.* --- **V-3:** *Eram duas placas continentais.* --- **VI-5 & VI-5:** *São continentais!*

	Q10: Qual é a importância geológica da existência de fósseis marinhos no cimo dos Himalaias?
J1 *(f=1)*	III-2: *Podem nos indicar a idade ou ambiente onde os animais, que aos fósseis pertencem, viviam.* III-2: *A idade delas e o ambiente como as rochas se formaram.*
J2 *(f=5)*	I-2: *As rochas do topo dos Himalaias formaram-se no fundo do oceano.* --- II-4: *Porque o topo dos Himalaias já foi crusta oceânica e continha fósseis de animais marinhos...* II-1: *...porque esses animais marinhos depositaram-se no fundo marinho e depois vários sedimentos cobriram-nos e as forças compressivas, com o aumento de espessura das rochas, fizeram que fossem parar lá em cima.* --- IV-4: *Conseguimos saber como as rochas se formaram, em especial o ambiente.* IV-1: *Antes estavam no oceano de Tétis.* --- V-5: *Os fósseis foram para ao cimo porque antes as rochas estavam debaixo de água e quando o oceano de Tétis se fechou os fósseis ficaram no topo da montanha.* V-2: *Permite-nos saber em que condições as rochas se formaram.* --- VI-2: *Em que ambiente as rochas se formaram.* VI-1: *As rochas formaram-se no fundo do mar.*

	Q11: Conseguem enumerar alguns dos fósseis presentes nos Himalaias? Quais?
K1 *(f=6)*	I-1: *A baleia ancestral...* I-3: *... Glossopteris.* --- II-5: *A baleia ancestral.* II-1: *...era o Glossopteris.* --- III-3: *A baleia ancestral.* III-1: *O Glossopteris.* --- IV-3: *A baleia ancestral.* IV-2: *A Glossopteris que era uma espécie de feto.* --- V-1: *As trilobites!* V-3 & V-5: *E a baleia ancestral.* V-5: *O Glossopteris.* --- VI-2: *O Glossopteris.* V-4: *A baleia ancestral.*

	Q12: Qual seria o seu papel na cadeia alimentar?
L1 *(f=6)*	**I-5:** [em relação à baleia ancestral] *É um mamífero!* **I-5:** [Entrevistador: E produz o seu próprio alimento?] *Não, é consumidor!* **I-3:** [quando questionado um exemplo de um produtor] *As plantas! Como o Glossopteris.* --- **II-4:** [em relação à baleia ancestral] *... era um consumidor.* **II-1:** [quando questionado um exemplo de um produtor] *... um exemplar era o Glossopteris.* --- **III-1:** [em relação à baleia ancestral] *Consumidor!* **III-1:** [quando questionado um exemplo de um produtor] *O Glossopteris.* --- **IV-3:** [em relação à baleia ancestral] É um consumidor. **IV-2:** [quando questionado um exemplo de um produtor] A *Glossopteris* que era uma espécie de feto. --- **V-1:** [em relação às trilobites e baleia ancestral] Consumidores porque consomem outros organismos. **V-5:** [quando questionado um exemplo de um produtor] O *Glossopteris*. --- **VI-3:** [em relação a *Glossopteris*] *Produtor.* **VI-1:** [em relação a *Glossopteris*] *Produz o seu próprio alimento a partir da água e luz.* **VI-3:** [em relação à baleia ancestral] *Consumidores porque consumiam outros animais.*

	Q13: Julgam que aprendem melhor ao utilizar modelos como na aula anterior? Porquê?
M1 *(f=6)*	**I-1, I-2, I-3, I-4 & I-5:** *Sim!* **I-1:** *Porque deu para perceber que as camadas mais em baixo formavam uma dobra e as placas de cima faziam falhas.* **I-3:** *É também porque foi uma forma mais interativa de nós percebermos.* **I-1:** *É também porque podemos mexer!* **I-2:** *Se calhar algumas pessoas só perceberam a matéria através do uso do modelo.* **I-3:** *É foi muito mais divertido!* --- **II-1, II-2, II-3, II-4 & II-5:** *Sim!* **II-1:** *Porque nós estamos a visualizar e não só a interiorizar, ou seja, quando o professor só mostra um PowerPoint ou explica, nós não estamos a visualizar, só estamos a tentar decorar aquilo e a visualizar, mesmo no teste, podemos lembrar-nos do que fizemos naquela aula e construir respostas em função disso.* --- **III-3:** *Sim, estamos a experimentar e a ver ao mesmo tempo. Estamos a ver como a natureza funciona.* **III-2:** *Eu acho que sim porque nós não podemos ver o que aconteceu na altura e não podíamos viajar para lá, por muito mais divertido que isso fosse. Então, é bom nós termos uma experiência visual, em que podemos mais ou menos ver o que aconteceu. Eu não sei se no caso dos outros sim, mas no meu caso pelo menos ajudou a compreender a parte da matéria do que acontecia com as placas e como é que os fósseis vinham parar ao cume da montanha.*

	III-1: *Ajuda a compreender melhor porque experienciámos o que aconteceu na realidade. Conseguimos ver em dez minutos o que aconteceu.* --- **IV-5:** *Sim porque se percebe melhor.* **IV-1:** *Conseguimos entender visualmente o que aconteceu, apesar de aquilo ter acontecido há milhares de anos.* **IV-3:** *Porque é uma simulação. É como se estivéssemos a ver o acontecimento em direto.* **IV-4:** *E também víamos as coisas com muito mais pormenor.* **IV-1:** *É melhor do que ter uma aula a passar no caderno.* **IV-2:** *É muito melhor porque acabamos por ver o que o professor explicou.* --- **V-2:** *Eu acho que sim porque dá para recriar o que aconteceu antes e assim podemos perceber e assistir o que se passou no passado.* **V-1:** *Sim porque conseguimos ver de perto aquilo que aconteceu há milhões de anos atrás.* --- **VI-3:** *Foi a minha melhor experiência!* **VI-3:** *Sim porque é um exemplo... demonstra como aquilo exatamente aconteceu.* **VI-2:** *Sim porque com desenhos não conseguimos perceber muito bem como aquilo se juntou ou como os fósseis foram para lá.* **VI-1:** *E por vezes não fica tão claro! Porque lá tem o próprio material e como ele reage...* **VI-4:** *É como um filme ou vídeo, tem o sentido de movimento!* **VI-1:** *Ao vermos no quadro nós podemos não perceber muito bem como as coisas são feitas...* **V-4:** ... [no quadro] *é como se fosse uma fotografia...* **VI-3:** *No manual sabemos que aquilo se vai elevar, mas não sabemos exatamente como...*
Q14: A utilização do modelo ajudou a formular explicações para os fenómenos geológicos em estudo?	
N1 *(f=6)*	**I-1:** *Sim, porque é mais fácil quando se está a ver as coisas a acontecerem do que quando o professor está apenas a falar e a escrever notas, porque não conseguimos ver o que está a acontecer.* **I-5:** *Acho que nos ajudou porque é mais fácil para nós compreendermos a matéria, porque estamos a ver e não só a escrever.* **I-3:** *É mais fácil de perceber porque não temos de marrar nos livros*. --- **II-1, II-2, II-3, II-4 & II-5:** *Sim!* **II-4:** *Podemos observar mais rápido o que aconteceu em tempo real e mais pequeno do que na realidade e não ser apenas imagens das diferentes fases. Podemos ver ao longo do tempo o que aconteceu.* --- **III-1:** *Sim, ajuda.* **III-2:** *Quando nós na aula falamos sobre o que aconteceu, nós não podemos bem dizer o que achamos que poderia ter acontecido em cada caso porque não presenciamos, mas com os modelos podemos colocar mais perguntas porque o tema não é tão abstrato. Podemos fazer questões do tipo "Porquê que isto aconteceu?" ou "Porquê que isto não podia ter acontecido?".* --- **IV-1:** *Sim!*

	IV-3: *Sim, óbvio. Ajuda-nos de uma maneira visual a estruturar o pensamento. Já dá uma ideia do que acontece.* --- **V-2:** *Eu acho que sim porque podemos recriar tudo o que aconteceu nos Himalaias e usando simples elementos e podemos simplificar coisas que nós nunca conseguiríamos ver.* --- **VI-2:** *Sim!*

	Q15: Gostavam de aprender outros conteúdos através da utilização de modelos? Exemplos
O1 *(f=6)*	**I-1, I-2, I-3, I-4 & I-5:** *Sim!* **I-1:** *Obviamente!* --- **II-1, II-2, II-3, II-4 & II-5:** *Sim!* **II-4:** *Porque a aula fica mais animada.* **II-1:** *Sim e no teste é mais fácil exteriorizar o que fizemos naquela aula e responder às questões.* --- **III-1, III-2, III-3, III-4 & III-5:** *Sim! Sem dúvida!* **III-1:** *Por exemplo na deriva continental.* **III-3:** *Nos sismos.* **III-2:** *Nos vulcões.* **III-1:** *Outros modelos que nos permitissem ver a dinâmica interna da Terra.* --- **IV-1, IV-2, IV-3, IV-4 & IV-5:** *Sim!* **IV-3:** *Nos sismos.* --- **V-1, V-2, V-3, V-4 & V-5:** *Sim!* **V-1:** *É a parte mais divertida!* **V-1:** *Podíamos dar a formação do petróleo e do carvão.* **V-3:** *Podíamos simular um sismo.* **V-1:** *Ou mesmo um tsunami.* **V-2:** *Ou a constituição de um vulcão e a formação de uma erupção.* --- **VI-4:** *Fogo, claro!* **VI-1:** *Óbvio!* **VI-2:** *Daria muito mais jeito!* **VI-1:** *Por exemplo os vulcões.* **VI-3:** *Uma mesa sísmica ou um tsunami.*

A cada aluno entrevistado foi atribuído um código alfanumérico (exemplo: I-1), garantindo o seu anonimato. De forma a facilitar a contabilização de frequências e interpretação das respostas, foi associada uma cor a cada grupo focal de acordo com a legenda seguinte:

- Grupo focal 1;
- Grupo focal 2;
- Grupo focal 3;
- Grupo focal 4;
- Grupo focal 5;
- Grupo focal 6.