

Seleção natural e movimentos de massa: Investigação-ação baseada em modelos

Marcos Lobo de Sousa

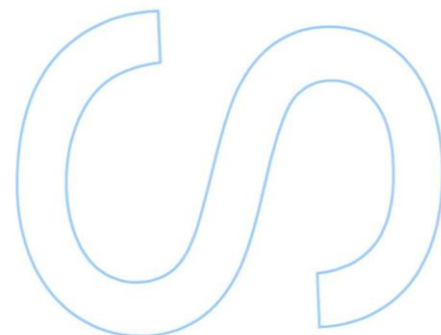
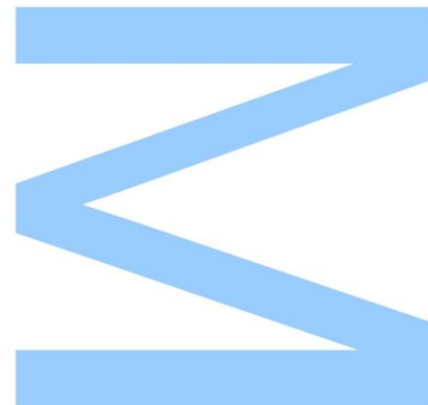
Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e Secundário
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Departamento de Biologia
Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
Unidade de Ensino das Ciências
2016

Orientadores

Clara Vasconcelos
Professora Auxiliar Agregada, Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território da Faculdade de Ciências, Universidade do Porto

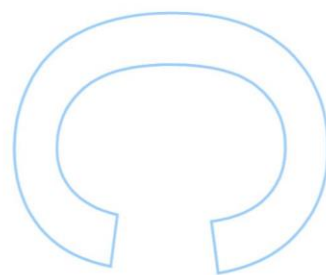
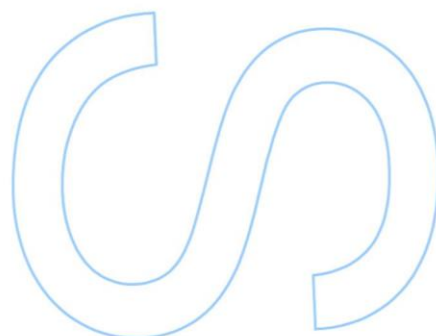
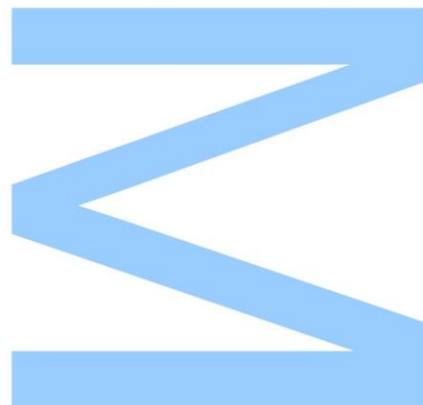
Luís Calafate
Professor Auxiliar, Departamento de Biologia, Faculdade de Ciências, Universidade do Porto





Todas as correções determinadas
pelo júri, e só essas, foram efetuadas.
O Presidente do Júri,

Porto, ____/____/____



Imagens de capa:

“Modelo para o ensino representando a influência antrópica na seleção natural.”

Foto: Marcos Sousa 2016

“Modelo para o ensino representando a influência da inclinação e da quantidade de água na estabilidade de uma vertente.”

Foto: Marcos Sousa 2015

Agradecimentos

Obrigado!

Obrigado a todos os que me ajudaram durante o longo percurso que me apresentará, finalmente, ao mundo do ensino.

Obrigado acima de todos à minha família sem a qual tudo isto não teria passado de um sonho. O vosso apoio foi essencial em todas as alturas.

Obrigado aos elementos do meu núcleo de estágio. À Gabriela pela companhia e amizade ao longo de um intenso ano de aprendizagem e ao Professor Jorge Guimarães por ter sido uma fonte inesgotável de novos conhecimentos e por me ter feito evoluir a olhos vistos nas minhas capacidades de ensino.

Obrigado a todo o corpo docente da Escola Secundaria Aurélia de Sousa por todo o apoio e por me terem recebido como se fosse da casa. Especial agradecimento às professoras Lucinda, Marina e Leonor por terem sido uma presença constante na nossa vida de estagiários.

Obrigado aos meus orientadores científicos Professores Doutores Luís Calafate e Clara Vasconcelos pela sua paciência e ajuda na construção deste projeto de investigação.

Obrigado aos Professores Doutores António Guerner e Alexandre Lima (FCUP) pela sua indispensável ajuda na construção do nosso projeto de escola com os seus imensos conhecimentos mineralógicos.

Finalmente, mas não menos importante, obrigado a toda a gente que teve impacto na minha vida académica e universitária, amigos e conhecidos. Valorizo-vos a todos imenso.

Resumo

A utilização de modelos para o ensino em sala de aula, baseada no ensino orientado para a investigação, é de extrema utilidade no desenvolvimento do raciocínio científico pois permite aos alunos, num contexto de atividade prática, compreenderem processos naturais reais através de simulações em pequena escala (Ferreira *et al.* 2015).

Estes instrumentos introduzem uma nova dinâmica na sala de aula e auxiliam no processo de aprendizagem, promovendo a observação cuidada, a formulação de questões, o levantamento de evidências, a elaboração de explicações e a resposta às questões formuladas (Dow *et al.* 2000).

Neste estudo, recorrendo a dois modelos para o ensino, seguiu-se uma metodologia de investigação-ação de modo a lidar, de forma direta, com as dificuldades apresentadas por uma turma do 11^o ano de escolaridade (n = 23) na elaboração de relatórios em V de Gowin.

Após uma primeira intervenção por parte dos docentes e da recolha das classificações do relatório relativo ao primeiro modelo (dados preliminares), foi realizada uma segunda intervenção, aquando da utilização do segundo modelo, incidindo desta vez sobre as secções do V de Gowin em que os alunos demonstravam maiores fragilidades.

A análise comparativa dos dados obtidos demonstrou uma clara melhoria dos resultados atingidos pelos alunos com uma subida da média global da classificação da turma de aproximadamente 3 valores (escala 0-20 valores).

A significância dos resultados obtidos foi verificada recorrendo ao teste não paramétrico de Wilcoxon para amostras emparelhadas indicando que a melhoria foi significativa ($z = -4,004$; $p = 0,000$) para 99% de intervalo de confiança, ou seja, para 0,01 de nível de significância.

Concluimos, então, que este método permitiu, de forma significativa, auxiliar a aprendizagem concetual dos alunos e a apreensão de processos científicos tais como a esquematização, a observação, a argumentação e o registo de resultados (processos científicos envolvidos na elaboração do V de Gowin).

Palavras-chave: Educação, Seleção natural, Estabilidade de vertentes, Modelos para o ensino, investigação-ação.

Abstract

The utilisation of teaching models in a context of research based teaching is very useful for the development of the students' scientific reasoning as it allows them, on a more hands on approach, to understand real natural processes through small scale simulacra (Ferreira *et al.* 2015).

The utilization of these models promotes new classroom dynamics and improves the knowledge acquisition process as it promotes careful observation, question construction, evidence gathering, explanation development and answering of the created questions (Dow *et al.* 2000).

On the present study, utilizing two teaching models, an Action Research methodology was utilized with the goal of, directly, dealing with the difficulties shown by a 11^o year class (n=23) on the construction of Gowin's V experimental reports.

On the first modelling class, delivered by the intern teachers, the experimental reports, regarding the utilization of the first teaching model, were analysed and classified and were used as preliminary data for the second modelling class.

On the second class, utilizing the second teaching model, a more direct approach was followed by the teachers focusing on the Gowin's V sections where the students presented the lower scores. Again the obtained reports were analysed and classified.

The comparative analysis of the results of both reports has shown a significant improvement of the results obtained by the students with an increase of the global class grade average of, approximately, 3 points (on a scale of 1-20 points).

The statistical significance of the obtained data was verified utilizing the Wilcoxon signed-rank non parametric test for matched samples which indicated that the results improvement was significant ($z = -4,004$; $p = 0,000$) for a 99% confidence interval or a 0,01 significance level.

As such we can conclude that this method efficiently improved the students' conceptual learning and their acquisition of scientific capabilities such as schematization, observation, argumentation and data gathering (essential capabilities for the construction of a Gowin's V experimental report).

Keywords: Education, Natural selection, Slope stability, Teaching models, Action Research.

Índice

<i>Agradecimentos</i>	I
<i>Resumo</i>	II
<i>Abstract</i>	III
<i>Índice de figuras</i>	IV
<i>Índice de tabelas</i>	V
<i>Lista de abreviaturas</i>	VI
I. Introdução.....	1
I.1 Contextualização e justificação do estudo	1
I.2 Problema, objetivos e hipótese de investigação	2
I.3 Organização do Relatório de Estágio	3
II. Seleção natural e movimentos de massa.....	4
II.1 Contextualização curricular	4
II.2 Seleção natural e a influência antrópica nos seus mecanismos	5
II.3 Ocupação antrópica: interações homem-ambiente.....	6
II.4 Zonas de vertente	8
II. 4.1 Fatores condicionantes e desencadeantes	9
II. 4.2 Mitigação dos riscos associados a zonas de deslizamento	9
III. Metodologia de ensino	11
III.1 Aprendizagem baseada em modelos	11
III.2 Modelos para o ensino: conceção e utilização.....	13
III.3 Modelos para o ensino: aplicação no estudo.....	14
III.4 Dinâmica das aulas	17
IV. Metodologia de investigação	20
IV.1 Investigação-ação.....	20
IV.2 Caracterização da amostra	22
IV.3 Técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados	23
V. Apresentação e análise de resultados	26
V.1 Análise estatística	27
V.2 Discussão dos resultados	28
VI. Conclusões.....	30
VI.1 Conclusões gerais	30
VI.2 Dificuldades e limitações do estudo	31
VI.3 Implicações no desenvolvimento profissional.....	32
Referências Bibliográficas	33
Apêndices.....	35

Índice de figuras

- Pág. 6** Figura 1. Formas melânicas carbonaria e típica da traça *Biston betularia*.
- Pág. 7** Figura 2. Escoamento de mina ácido cora as águas do Rio Tinto, Huelva, Espanha.
- Pág. 8** Figura 3. Efeitos dos movimentos de massa na ilha da Madeira em 2010.
- Pág. 10** Figura 4. Vertente estabilizada com pregagens.
- Pág. 15** Figura 5. Modelo não análogo representado a influência antrópica na seleção natural.
- Pág. 16** Figura 6. Modelo análogo simulando a influência do conteúdo em água e da inclinação na estabilidade de vertentes compostas por diferentes materiais.
- Pág. 21** Figura 7. Ciclo espiral de investigação-ação.
- Pág. 23** Figura 8. Estrutura típica de um V de Gowin.
- Pág. 24** Figura 9. V de Gowin exemplo para uma cotação máxima na primeira atividade de modelação.
- Pág. 26** Figura 10. V a ser completado pelos alunos aquando da segunda atividade de modelação.
- Pág. 27** Figura 11. Classificações obtidas pelos alunos em cada um dos relatórios experimentais.

Índice de tabelas

- Pág. 19** Tabela 1. Parâmetros de construção de um V de Gowin.
- Pág. 22** Tabela 2. Caracterização da turma amostra utilizada neste estudo.
- Pág. 25** Tabela 3. Cotações atribuídas às diferentes secções do V de Gowin.
- Pág. 27** Tabela 4. Estatística descritiva dos resultados obtidos.

Lista de abreviaturas

- PI** Projeto de investigação.
- PES** Prática de Ensino Supervisionada.
- UC** Unidade Curricular.
- IPP** Introdução à Prática Profissional.
- DNA** *Deoxyribonucleic acid* (Ácido desoxirribonucleico)

I. Introdução

I.1 Contextualização e justificação do estudo

O presente documento tem como principal objetivo apresentar o Projeto de Investigação (PI) levado a cabo durante o ano letivo de 2015/2016 numa turma do 11º ano de Biologia e Geologia da Escola Secundária Aurélia de Sousa pelo núcleo de estágio ali colocado.

Este trabalho resultou do desenvolvimento da Prática de Ensino Supervisionada (PES), por sua vez contida na unidade curricular (UC) de Iniciação à Prática Profissional (IPP) que tem como sua principal função fornecer aos futuros professores um primeiro contacto com a prática docente com todas as dificuldades que nela estão implícitas.

Destas dificuldades talvez a mais relevante seja a falta de motivação dos alunos relativamente a algumas temáticas contidas no currículo do 11º ano, em especial na área da Geologia onde, nas palavras de um dos alunos “O professor vai lecionar Geologia? Não gosto nada, são só pedras”. Este tipo de falta de motivação de base é bastante difícil de ultrapassar tendo em conta a atual sobrecarga curricular a que os professores estão sujeitos e que os obriga a recorrer a um tipo de ensino muitas vezes demasiado expositivo.

A falta de motivação dos alunos é um problema de complexa resolução, mas que pode ser mitigado com recurso a metodologias que promovam um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e motivador mantendo ainda assim a integridade do conhecimento científico que se pretende transmitir aos alunos. Tal é o caso da modelação em sala de aula (Justi, 2009).

No presente estudo as duas atividades de modelação a desenvolver serão o suporte para a implementação de um projeto de investigação-ação que terá como principal objetivo auxiliar os alunos a ultrapassar algumas dificuldades apresentadas ao nível do domínio de capacidades científicas aquando da elaboração de relatórios experimentais em formato de V de Gowin.

A influência positiva deste tipo de abordagem foi averiguada através da análise estatística dos resultados obtidos na classificação de dois V de Gowin, elaborados pelos elementos do núcleo de estágio, relativos a cada uma das atividades de modelação.

I.2 Problema, objetivos e hipótese de investigação

Tendo em conta a contextualização referida no ponto anterior, delimitou-se o problema de investigação central deste trabalho que será: *verificar se a implementação de um programa de investigação-ação suportado na utilização de modelos para o ensino é eficaz na melhoria das capacidades dos alunos na elaboração de relatórios experimentais em V de Gowin.*

Depois de definido o problema definiram-se os principais objetivos orientadores deste projeto os quais serão:

- Do tipo concetual
 - Esclarecer os alunos sobre:
 - A seleção natural como fator chave da teoria evolutiva proposta por Darwin;
 - Quais os fatores desencadeantes, antrópicos ou naturais, dos movimentos de massa;
- Do tipo educacional
 - Promover a ABM (Aprendizagem Baseada em Modelos) e a elaboração de V de Gowin inerentes ao desenvolvimento concetual e de processos investigativos;
- Do tipo profissional
 - Desenvolver competências profissionais docentes.

De forma a proceder à avaliação da eficácia deste projeto de investigação-ação foram então definidas duas hipóteses, uma hipótese nula (H0) e uma alternativa (H1) direcionada.

H0: A implementação de um projeto de investigação-ação suportado em modelos para o ensino não influencia a aprendizagem dos alunos, não surtindo efeito sobre a sua capacidade de elaboração de relatórios sob a forma de V de Gowin.

H1: A implementação de um projeto de investigação-ação suportado em modelos para o ensino influencia a aprendizagem dos alunos melhorando significativamente a sua capacidade de elaboração de relatórios sob a forma de V de Gowin.

I.3 Organização do Relatório de Estágio

O trabalho aqui apresentado está organizado em 6 capítulos onde serão abordados todos os aspetos relevantes à sua idealização, construção e implementação bem como a posterior análise dos resultados obtidos.

1. **Introdução** – Será composto por 3 subcapítulos e aqui será apresentada a investigação efetuada. A sua integração na Prática de Ensino Supervisionada (PES), a contextualização das suas metodologias de ensino e investigação bem como os objetivos e as hipóteses que irão reger todo este projeto.
2. **Seleção natural e movimentos de massa** – Será composto por 6 subcapítulos (o último dos quais com duas subdivisões) onde serão aprofundados os conteúdos teóricos que servem como fundação a este PI. Contém:
 - a. Uma breve introdução à temática da Seleção natural e de que forma esta pode ser (indiretamente) influenciada pelo Homem;
 - b. De que maneira o ser humano interage com o ecossistema que o rodeia;
 - c. Quais os principais fatores condicionantes e desencadeantes dos deslizamentos de vertente bem como alguns dos modos que permitem a sua mitigar os riscos da sua ocorrência.
3. **Metodologia de ensino** – Este capítulo aborda a metodologia de ensino utilizada como base para este estudo, a modelação. Serão abordadas a construção e implementação dos dois modelos para o ensino utilizados bem como toda a dinâmica das aulas em que tal ocorreu.
4. **Metodologia de investigação** – Aqui será apresentada a metodologia de investigação utilizada classificando-a quanto ao seu método e propósito. Serão também enumerados os métodos de recolha e análise de dados bem como caracterizada a amostra utilizada.
5. **Apresentação e análise dos resultados** – Neste capítulo serão apresentados e analisados os resultados obtidos nos dois V de Gowin elaborados pelos alunos.
6. **Conclusões** – O último capítulo deste relatório será dedicado às conclusões obtidas neste estudo bem como uma pequena reflexão sobre as dificuldades e pontos de melhoria que lhe estão inerentes bem como as

implicações deste PI no desenvolvimento pessoal e profissional do investigador.

Terminar-se-á este documento com a listagem das referências bibliográficas consultadas, todas elas em concordância com as normas da *American Psychological Association* (APA) e com a apresentação de outros documentos relevantes para este PI, elaborados pelo autor, na secção apêndices.

II. Seleção natural e movimentos de massa

II.1 Contextualização curricular

As duas temáticas curriculares que serão abordadas neste projeto fazem parte do programa curricular do 11º ano de escolaridade e estão incorporadas nas seguintes unidades:

- 4 - Geologia, problemas e materiais do quotidiano.
 - 1 – Ocupação antrópica e problemas de ordenamento.
 - 1.3 – Zonas de vertente.

- 7 - Evolução biológica.
 - 2 -2 Mecanismos de evolução.
 - 2.1 – Seleção natural, seleção artificial e variabilidade.

Devido a imposições diretivas da escola onde este PI teve lugar, foi invertida a ordem de leccionamento de conteúdos. Assim, a aplicação do modelo de ensino relativo à unidade 7 foi executada na primeira semana de janeiro enquanto o segundo modelo, relativo à unidade 4, foi apresentado à turma na primeira semana do mês de fevereiro.

O primeiro modelo a ser utilizado teve como objetivo ajudar os alunos a compreenderem de que forma a influência antrópica pode condicionar indiretamente o processo de seleção natural.

O segundo modelo a utilizar tentou auxiliar os alunos a compreender qual o papel que a quantidade de água, o declive da superfície ou o conjunto de ambos têm na estabilidade de vertentes, compostas por diferentes materiais, onde muitas vezes as populações locais estão instaladas.

II.2 Seleção natural e a influência antrópica nos seus mecanismos

A divulgação da teoria Darwinista da evolução foi um dos momentos mais importantes da história das Ciências. Com a publicação conjunta dos dados de Charles Darwin e Alfred Wallace “A Origem das Espécies por meio de seleção natural” (1859) o mundo da Biologia conheceu um dos seus maiores saltos evolutivos.

O processo de maior importância nesta teoria, como o próprio título da obra indica, é o da seleção natural. Este é um processo lento e gradual em que os indivíduos melhor adaptados a uma determinada alteração no meio ambiente sobrevivem e reproduzem-se mais, transmitindo as suas características à sua descendência.

Darwin (1859) define seleção natural como “o princípio através do qual qualquer pequena variação (de uma característica), desde que útil, é preservada.” (p. 61). Desta citação concluímos que este processo apenas terá lugar caso exista variabilidade dentro de uma única espécie, ou seja, quando pequenas mutações aleatórias, não deletérias, no genótipo de um indivíduo alteram o seu fenótipo passando este a expressar uma característica (ou conjunto de características) que, caso sejam favoráveis a sua sobrevivência, podem ser transmitidas à sua descendência (Tattersall & Schwartz, 2008).

Tal como a maioria dos processos biológicos que ocorrem naturalmente no planeta Terra, a seleção natural, e consequentemente a evolução, está sujeita à influência do ser humano que desde tempos imemoriais os tem manipulado para seu benefício.

Desde o cruzamento seletivo de espécies de cereais para obtenção de espécies mais resistentes a condições adversas na pré-história, até aos primeiros cruzamentos seletivos de animais registados em tratados com mais de dois mil anos que citando obras ainda mais antigas como Mago de Cartago (Lush, 2008). A este tipo de seleção com o claro intuito de potenciar o aparecimento de características que têm importância apenas para o ser humano dá-se o nome de seleção artificial.

O Homem, no entanto, na maior parte das vezes influencia o processo de seleção natural sem a intenção direta de o fazer. Não é a sua ação direta que causa esta influência, mas sim alterações secundárias causadas no ambiente pelas suas atividades.

Um exemplo típico deste tipo de seleção natural antropicamente condicionada é o das alterações provocadas nas populações londrinas da traça *Biston betularia*. Estes insetos possuem duas formas melânicas distintas, uma de cor branca (*B. betularia f. typica*) e outra de cor cinza escura (*B. betularia f. carbonaria*).



Figura 1 Formas melânicas carbonaria (esq.) e typica (dir.) da traça *Biston betularia* (Mallet, 2004).

Na zona de Londres, predominava a forma clara desta traça devido à existência de líquenes claros nas cascas das árvores onde habitavam, líquenes esses que foram destruídos pela poluição provocada pela revolução industrial Inglesa e o advento do motor a vapor. Este desaparecimento da cobertura clara das árvores, aliado ao seu enegrecimento devido à acumulação de fuligem libertada levou a uma mudança da pressão seletiva a que a população de traças se encontrava sujeita passando as borboletas cinza a possuírem cor mais favorável à sua camuflagem e consequente proteção dos predadores (Cook *et al.* 2012).

II.3 Ocupação antrópica: interações homem-ambiente

A ocupação antrópica é um dos maiores flagelos da atualidade. O ser humano através da sua influência, direta ou indireta, provoca constantemente alterações, por vezes catastroficamente negativas, no meio que o rodeia.

No que concerne à influência humana no ambiente geológico esta pode ser sentida de diversas formas. Desde grandes obras de engenharia como pontes e

barragens com o seu impacto na fauna e flora dos locais de construção, até à extração de recursos naturais, exemplo da indústria mineira, que pode provocar problemas ambientais graves como é o caso da acidificação dos escoamentos de mina, por oxidação de minérios sulfetados não aproveitados, quando em contacto com a água (Figura 2).



Figura 2 Escoamento de mina ácido cora as águas do Rio Tinto, Huelva, Espanha. Retirado de: http://waterlegacy.org/sulfide_mining, a 20/09/2016

No entanto, muitas vezes os problemas que são originados pela interação do Homem com a geologia não têm que ver diretamente com a exploração de recursos geológicos. Em Portugal, sérios problemas têm surgido devido à interação humana com a paisagem geológica local, como são os casos das zonas costeiras e das zonas de vertente.

A zona costeira de Portugal é, como qualquer outra, naturalmente sujeita à erosão por forças naturais hídricas ou atmosféricas. No entanto, a estes atualmente acrescem fatores antrópicos que tornam a situação ainda mais preocupante.

Segundo Alvarinho Dias (1993) os principais fatores causadores da erosão costeira e conseqüente recuo da linha do mar são a elevação do nível do mar, a diminuição de sedimentos fornecidos ao litoral, a degradação antropogénica das estruturas naturais e as diversas obras de engenharia costeira, principalmente as implementadas para defender o litoral tais como esporões e quebra-mares.

II.4 Zonas de vertente

Também nas zonas de vertente a influência do Homem se faz sentir. Estas zonas de alto declive têm muitas vezes características adversas à fixação humana que são ignoradas pelas populações o que leva à existência de um sem número de habitações em condições de alto risco de serem destruídas por desabamentos de terra. O acentuado declive destes locais torna-os muito mais sensíveis à meteorização e erosão dos materiais.



Figura 3 Efeitos dos movimentos de massa na ilha da Madeira em 2010.
Retirado de: <http://www.telegraph.co.uk/news/picturegalleries/picturesoftheday/7305987/Pictures-of-the-day-24-February-2010.html?image=15> a 20/09/2016

Os processos de meteorização, química ou física, quer por ação da água, do vento, do gelo, do calor ou por interação com a biota local desgastam as rochas do substrato dissociando-as. Os detritos originados por esta dissociação podem ser transportados, geralmente por ação hídrica (normalmente em períodos de elevada precipitação), por movimentos de massa ou pela ação da força da gravidade.

A erosão continua numa determinada zona de vertente, bem como a eventual ocorrência de fenómenos pontuais como sismos, chuvas torrenciais ou tempestades (nas zonas costeiras) com a agravante da influência antrópica sobre esse local pode levar a desastrosos movimentos de massa como é exemplo a série de catastróficas derrocadas que tiveram lugar na ilha da Madeira a 20 de fevereiro de 2010 as quais causaram cerca de 300 vítimas, 50 delas mortais (Figura 3).

II. 4.1 Fatores condicionantes e desencadeantes

Existem dois tipos de fatores fundamentais que devemos considerar aquando da determinação da probabilidade da ocorrência de um movimento de massa.

Os fatores condicionantes são aqueles que diretamente condicionam o terreno determinando a sua tendência intrínseca para o deslizamento. São eles, o tipo das rochas que constituem a zona e as suas características (resistência a fraturas ou porosidade) e a orientação e inclinação das camadas constituintes (uma maior inclinação aumentará a componente tangencial da força gravítica que atua sobre o solo tornando mais fácil o seu deslizamento).

Os fatores desencadeantes são aqueles que resultam de alterações a que uma vertente é sujeita e podem ser englobados em duas categorias principais, naturais e antrópicos.

Como fatores desencadeantes naturais podemos referir a ocorrência de uma quantidade anormal de precipitação num curto espaço de tempo e a ocorrência de sismos ou tempestades em zonas costeiras. Quanto a fatores que têm origem na influência antrópica podemos referir a destruição do coberto vegetal e a remoção ou alteração de terrenos para a construção de obras civis de grande escala.

II. 4.2 Mitigação dos riscos associados a zonas de deslizamento

Segundo o relatório final do plano de mitigação de deslizamentos de terra, publicado pelo departamento de transportes do estado de Washington (2014), existem dois tipos principais de formas de mitigação dos riscos provenientes dos movimentos de massa, estabilização, proteção, manutenção/monitorização e evasão.

Destes quatro processos, apenas o primeiro atua diretamente sobre os mecanismos chave do deslize tentando mitigá-los através da construção de estruturas tais como:

- Pregagens que procuram estabilizar as encostas, ancorando-as;
- Redes que impedem que fragmentos da encosta que se possam soltar ponham em risco os utentes de vias públicas próximas parando a sua deslocação;
- Muros de segurança que promovem a coesão das vertentes a que estão associados, aumentando, no entanto, a sua impermeabilidade, fator de

desestabilização que é combatido com a construção conjunta de sistemas de drenagem de água;

- Suavização de declives o que reduzirá o ângulo total da encosta diminuindo assim a componente gravítica tangencial que sobre ela atua.

Os outros três atuam de forma preventiva, permitindo a ocorrência desses acontecimentos naturais tentando evitar, proteger ou limitar os danos por eles causados através da construção de cartas de risco geológico e mapas de declive das zonas de maior risco.



Figura 4 Vertente estabilizada com pregagens. Retirado de:
https://www.researchgate.net/publication/282250879_Ancoragens a 20/09/2016

III. Metodologia de ensino

III.1 Aprendizagem baseada em modelos

Baseada numa perspetiva socio construtivista da aprendizagem, concretamente no ensino orientado para a investigação (*inquiry-based teaching*) a utilização de modelos em sala de aula integra-se nesta perspetiva dirigida para o ensino dos processos científicos a partir do estímulo da curiosidade dos alunos para investigarem o mundo natural. Esta curiosidade é a chave para a utilização do Ensino Orientado para a Investigação em sala de aula.

Utilizando este tipo de abordagem de ensino é possível partir para um sem número de cenários, desde a descrição e registo das características de um espécime até à construção dos seus próprios modelos. Como tal, para a implementação deste género de ensino é necessário que os alunos sejam capazes de realizar observações cuidadas, formulando questões, levantando evidências, elaborando explicações e, posteriormente, respondendo às suas próprias perguntas (Dow et al., 2000).

A utilização de modelos em sala de aula é de extrema utilidade tanto para docentes, como para alunos, auxiliando o seu processo de aprendizagem. Segundo Rosaria (2006), independentemente do tipo de modelo a ser utilizado (desenhos, maquetes, simulações, entre outros) a utilização deste tipo de instrumentos de ensino será sempre fundamental para o bom ensino das ciências.

Todo o processo de aprendizagem com recurso a modelos se baseia na construção de analogias ou similaridades entre um constructo fictício e a realidade que este tenta representar. Citando Gilbert e Ireton (2003), um modelo não é mais que um “sistema de objetos ou símbolos que representa algum aspeto de outro sistema, apelidado de alvo” (p. 1). Com este conceito em mente facilmente compreendemos a existência de características comuns entre os diferentes modelos as quais, segundo Van Driel & Verloop (1999), serão:

- Um modelo está sempre relacionado com um determinado alvo, isto é, um sistema, objeto, fenómeno ou processo;
- Um modelo constitui um recurso de estudo utilizado para obter informações acerca do que não pode ser observado diretamente – fenómeno, processo ou sistema;

- Um modelo é sempre mais simples que o alvo que pretende representar;
- A conceção do modelo e a sua construção é um processo iterativo baseado em dados do alvo que podem conduzir à revisão e reconstrução do mesmo;
- O modelo é testado para um estudo mais aprofundado do alvo.

Dentro dos diversos tipos de modelos a que poderemos recorrer convém ter em atenção a distinção entre modelos análogos e modelos pedagógicos.

Segundo Alvarez e Torre (1996), modelos análogos são aqueles que pretendem representar de forma fidedigna fenómenos naturais em condições físicas e químicas semelhantes às reais, num espaço temporal e espacial muito reduzido.

Estes podem por isso ser considerados verdadeiros modelos científicos já que são aceites pela comunidade científica e permitem a elaboração de um número significativo de diferentes hipóteses relativas a uma determinada situação/processo real.

Por outro lado, por modelos pedagógicos ou de ensino, entendem-se aqueles que pretendem fazer a ligação entre o meio científico e o meio escolar com todas as suas especificidades. São modelos construídos, através do processo de modelação, com o intuito de promover a educação e a conexão entre o conhecimento científico e o conhecimento escolar. Como tal, poderão ser bastante diferentes daqueles usados pela e para a comunidade científica (Silva & Nunes 2007).

Um dos grandes obstáculos a ultrapassar aquando da utilização de um modelo de ensino será o aparecimento de possíveis conflitos entre os modelos mentais já construídos pelos alunos nas suas interpretações próprias do mundo que os rodeia (muitas vezes completamente diferentes dos aceites cientificamente) e o modelo que foi introduzido em sala de aula. Deste conflito, segundo Greca e Moreira (2010), podem surgir um de três desfechos:

1. O aluno interpreta o novo modelo à luz do modelo mental que já possui originando um género de modelo “híbrido”;
2. Memoriza a nova informação sem criar qualquer tipo ligação cognitiva aos seus conhecimentos anteriores;
3. Constrói um novo modelo mental, mesclando os novos conhecimentos, com os que já possuía;

Destes três desfechos o mais desejável será o terceiro já que é este o que melhor proveito retirará da utilização de modelos em sala de aula.

Outro dos grandes entraves, provavelmente o mais difícil de ultrapassar, relaciona-se com imperativos de ordem curricular. Apesar da existência de bastantes estudos que relacionam o aumento do aproveitamento dos alunos em Biologia e Geologia com a realização de um ensino baseado em modelos (Shim & Malacinski, 2011), estes ainda são considerados por muitos docentes um entrave ao cumprimento dos objetivos curriculares estabelecidos pelo Ministério da Educação, roubando-lhes o já curto tempo para o cumprimento de todo o programa.

No que concerne a este projeto, os modelos utilizados foram de dois tipos. O modelo relativo à influência antrópica sobre a seleção natural é de carácter puramente didático e de simulação. O modelo referente à influência da taxa de saturação em água nos solos e do declive de uma vertente nos deslocamentos de massa é análogo uma vez que utiliza materiais idênticos aos naturais sobre condições também em tudo iguais às encontradas na natureza.

III.2 Modelos para o ensino: conceção e utilização

Apesar do valor intrínseco da utilização de modelos de ensino em ambiente de aula, o seu uso não é isento de obstáculos. De entre eles, talvez o maior, será o carácter não análogo que muitos possuem, não respeitando os requisitos propostos por Hubbert (1937) de:

- Mimetização de materiais geológicos.
- Escala, no que refere a similaridade:
 - Geométrica
 - Dinâmica
 - Cinemática

Com estas condições em mente e utilizando a classificação de modelos para utilização em sala de aula proposta por Vasconcelos *et. al* (2014) podemos classificar os modelos utilizados neste estudo como:

- Modelo I (Seleção natural antropicamente condicionada)
 - Não análogo ► Não obedece aos critérios acima referidos;

- Demonstrativo ► Papel ativo é do professor;
 - Não experimental ► Sem manipulação de variáveis;
 - Modelo 3D não réplica de modelo biológico.
- Modelo II (Influência do conteúdo de água e da inclinação em vertentes de diferentes materiais)
 - Análogo ► Obedece aos critérios acima referidos;
 - Prático ► Papel ativo é do aluno;
 - Experimental ► Com manipulação de variáveis;
 - Modelo 3D réplica de modelo geológico.

III.3 Modelos para o ensino: aplicação no estudo

O primeiro modelo usado neste PI foi construído propositadamente para o efeito, e tem como objetivo dar aos alunos a oportunidade de melhor compreenderem de que forma a ação antrópica pode influenciar o processo da seleção natural simulando a alteração populacional sofrida pela espécie de traça *Biston betularia* aquando da revolução industrial Inglesa (Figura 5).

É constituído por duas placas de acrílico de aproximadamente 60cm, separadas por pequenas tiras de plástico alveolado coladas com cola quente, que irão formar um expositor por onde deslizarão cartolinas de cor branca (representando troncos de árvores com líquenes brancos pré-revolução industrial) e preta (representando troncos onde os líquenes foram destruídos pelo aumento da poluição pós-revolução).

As “traças” utilizadas neste modelo foram construídas com papel de feltro e cartolina branca/preta. Na sua face inferior foi colado um pedaço de velcro que permitirá que estas sejam coladas à face exterior de uma das placas de acrílico onde foram também colocados pequenos pedaços de velcro. Desta forma será possível rapidamente colocar e retirar as traças mantendo o modelo numa posição vertical durante a sua utilização em sala de aula.



Figura 5 Modelo não análogo representado a influência antrópica na seleção natural.

A manipulação deste modelo será idealmente feita por um pequeno grupo de três alunos. Um deles terá como função suportar o modelo mantendo-o numa posição que permita a fácil visualização por parte do resto da turma, o segundo terá como função modificar a pressão seletiva mudando a cartolina de fundo e o terceiro representará o predador que irá, de acordo com a cartolina utilizada, alimentar-se das traças pior camufladas retirando-as do acrílico.

O docente terá a função de, além de fornecer a contextualização teórica ao longo da utilização do modelo, simular as alterações populacionais ocorridas a seguir à mudança da pressão seletiva fazendo variar o número de traças de uma dada cor dependendo da cartolina de fundo. No fundo inicial (branco) predominam traças brancas, no fundo final (preto) as traças pretas serão as mais numerosas.

O segundo modelo a ser utilizado (Figura 6) será um modelo análogo representativo do efeito do declive e da água sobre a estabilidade de vertentes compostas por diferentes tipos de solos. Este modelo foi construído por alunos do Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia no 3º Ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário de anos anteriores tendo sido, posteriormente, alvo de significativas melhorias para uso neste projeto.

Este modelo é composto por dois tabuleiros sobrepostos, o inferior fixo, o superior inclinável. No tabuleiro inferior está colocada uma caixa de plástico alveolado, aberta no topo, que irá coletar as areias e argilas que cairão das caixas do tabuleiro de

cima. Estas últimas estão abertas na face frontal de modo a permitir a saída dos materiais nelas contidos.

As três caixas encontram-se divididas, cada uma, em três seções onde serão depositados ou coletados materiais (areias e argilas) secos, húmidos e saturados em água. No entanto, apenas as caixas superiores se encontram revestidas do mesmo material que será testado nelas (areia ou argila) de modo a que o ângulo de atrito medido seja entre materiais idênticos e não entre o material a testar e o plástico da caixa.

Toda a estrutura que suporta este modelo é construída em madeira pintada existindo um aristo acoplado ao tabuleiro superior para a medição do ângulo de atrito, medição que será feita usando a aresta inferior desse tabuleiro como reta de referência.



Figura 6 Modelo análogo simulando a influência do conteúdo em água e da inclinação na estabilidade de vertentes compostas por diferentes materiais.

Para a utilização deste modelo deve-se, depois de instaladas a caixa inferior e uma das caixas superiores, introduzir o primeiro material a testar, em porções de peso aproximadamente igual, em cada uma das calhas da caixa da caixa inclinável, com o cuidado de verificar se o material introduzido é o mesmo que a reveste e mantendo uma inclinação neutra.

De seguida, depois de humedecido o material da calha central, utilizar-se-á um recipiente para verter água sobre o material da terceira calha, inclinando lentamente o tabuleiro superior, até que ocorra o deslizamento dos materiais de cada uma das calhas. O tempo de deslizamento e o ângulo de deslizamento deverão ser registados pelos alunos.

Todo este procedimento deverá ser repetido para o segundo material (areia ou argila) e todo o aparato, modelo e caixas, deverá ser limpo de modo a permitir a repetição da experiência se necessário.

III.4 Dinâmica das aulas

A utilização dos dois modelos caracterizados no ponto anterior teve, como planeado, lugar em duas das aulas de regência, nos dias 7 de janeiro e 4 de fevereiro de 2016, englobadas na componente de PES estabelecidas no protocolo da UC de IPP. Estas regências foram lecionadas pelo aluno estagiário à turma do 11º C em blocos de 150 minutos para cada um dos dois turnos.

Segundo Lewin (1946) uma intervenção de investigação-ação é normalmente composta por um processo espiral em que se parte da observação de um problema ou situação que se pretende alterar, segue-se uma fase de recolha de dados, uma intervenção primária, uma análise de resultados e, se necessário, um melhoramento do plano inicial com uma nova intervenção.

Seguindo este processo, devemos referenciar como ponto inicial deste projeto a formulação de toda a ideia base com vista a resolver um problema prático que surgiu aquando de uma aula lecionada pelo orientador cooperante onde foi elaborado, pelos alunos, um V de Gowin relativo a extração de DNA de Kiwis e Bananas.

Neste primeiro relatório experimental, corrigido pelo orientador cooperante do núcleo de estágio, foram notórias as dificuldades dos alunos em processos de pensamento científicos básicos, tais como a observação, a recolha e a interpretação de

resultados. Desta ocorrência surgiu a ideia da realização de um projeto de Investigação-ação, a ser implementado em conjunto com a utilização de modelos para o ensino criando um maior dinamismo na sala de aula, na tentativa de mitigar as dificuldades encontradas.

Na primeira regência, subordinada ao tema da Teoria da Evolução Darwinista foi utilizado o modelo anteriormente referido (Figura 5) como forma de simular o processo de Seleção natural antropicamente condicionada a que foram sujeitas as traças da espécie *Biston betularia* nas suas duas formas melânicas *typica* (branca) e *carbonaria* (negra).

Seguindo uma planificação de aula cuidada, num formato PowerPoint (anexo 1), elaborada pelo aluno estagiário encarregado da regência e posteriormente analisada e aprovada pelo orientador cooperante, foram lecionados os conteúdos teóricos relevantes para suporte da atividade prática a ser realizada no último bloco de 50 minutos alocados para esta aula.

Após realizada esta atividade foi levada a cabo a primeira intervenção relativa ao PI apresentado neste relatório. Foram lembrados aos alunos os elementos necessários à elaboração de um V de Gowin bem estruturado (Tabela 1), tentando ao máximo auxiliá-los na construção de ligações lógicas entre os domínios concetual e metodológico nele considerados (Figura 8).

Tabela 1 Parâmetros de construção de um V de Gowin. Adaptado de Gowin & Alvarez, 2005. Pág. 16.

Secção	Parâmetros
Questão problema	Questão que deve servir como foco da experiência. Deverá estabelecer relações sobre os eventos ou objetivos estudados.
Registos/transformações	Observações e registos efetuados sobre os objetos ou eventos em estudo. Poderão ser apresentados sob a forma de tabelas, gráficos, ou qualquer outra forma que fidedignamente os represente.
Conclusões	Frases que permitam responder à questão problema e que sejam interpretações plausíveis dos registos e transformações

	integrando os conhecimentos teóricos obtidos previamente.
Juízos de valor	O valor dos resultados da investigação, tanto no campo que se está a tratar como fora dele. Poderão ser intrínsecos (Será X bom?), comparativos (será X melhor que Y?), de decisão (X é correto ou deveríamos escolher Y?) ou de valor ideal (X está bem assim ou poderia ser melhorado?).

De seguida foi pedido aos alunos que preenchessem o V de Gowin que lhes foi fornecido, o qual, à semelhança dos Vês propostos no manual adotado pela instituição de ensino onde foi desenvolvido este PI, apresentava alguns dos seus campos já preenchidos nomeadamente os referentes a Teoria/Princípios e Materiais a utilizar, cabendo aos alunos completarem todos as outras secções.

A segunda regência contemplada neste PI teve como tema os vários fatores que podem influenciar a estabilidade dos solos em zonas de vertente e, mais uma vez, teve como suporte uma apresentação PowerPoint, (anexo 2) que serviu como base teórica à utilização do segundo modelo para o ensino contemplado nesta investigação (Figura 6).

Este modelo análogo foi totalmente manipulado pelos alunos tornando esta atividade experimental numa oportunidade única para produzir uma situação de aprendizagem dinâmica e estimulante para os alunos. Esteve a seu cargo a mudança de materiais a utilizar nas calhas, bem como todo o registo de dados e alterações que viriam a ocorrer.

Terminou-se esta regência com o preenchimento de um segundo V de Gowin o qual foi precedido pela segunda intervenção por parte do aluno estagiário onde, para além da divulgação das classificações obtidas no primeiro relatório, foi feita uma análise mais direcionada e aprofundada das áreas onde os alunos revelaram mais dificuldades. Especialmente na interpretação de resultados, construção de questões problema e de juízos de valor relevantes.

De referir ainda que a elaboração prévia e a correção dos Vês de Gowin dos quais foram retirados os resultados utilizados neste PI foi realizada pelo núcleo de

estágio da Escola Secundária Aurélia de Sousa, orientador cooperante e Alunos estagiários, com o apoio dos orientadores científicos do projeto de modo a que a fiabilidade dos resultados obtidos fosse a maior possível.

IV. Metodologia de investigação

IV.1 Investigação-ação

Como refere Lewin (1946), a investigação-ação é uma metodologia de investigação direcionada para a ação social, ou seja, deve ter como objetivo a melhoria da sociedade através da utilização dos resultados obtidos através dela não se cingindo apenas ao avanço da teoria pois, citando o mesmo autor, “Investigação que apenas produz livros não é suficiente”.

Existe grande controvérsia acerca da classificação da investigação-ação quanto ao paradigma investigativo em que se insere, de tal modo que, segundo Coutinho (2006), este tipo de investigação se insere no campo das metodologias mistas pois possui aspetos qualitativos e quantitativos. Desta forma, como referem Cook & Reichardt (1986) e Rahimi (2009), é útil suportar dados qualitativos com dados quantitativos por forma a obter uma compreensão mais aprofundada do problema em estudo.

Assim, este estudo apoiou-se numa análise qualitativa dos V de Gowin produzidos pelos alunos de onde se obteve um conjunto de dados, alvo de uma posterior análise quantitativa. De realçar que devido ao carácter de conveniência da amostra utilizada não é possível generalizar as conclusões obtidas. Podemos, no entanto, retirar deste estudo inferências que poderão ser importantes na alteração de práticas de ensino em sala de aula.

Posto de forma bastante simples podemos caracterizar a investigação-ação como uma metodologia onde se “aprende fazendo”, ou seja, o investigador (ou grupo) deteta um problema, realiza uma atividade por forma a resolver esse problema e, por fim, verifica se os seus resultados tiveram o efeito pretendido. Se não foi esse o caso, todo o processo se repete num processo espiral.

A investigação-ação tem como principal objetivo a mudança e melhoramento de práticas a nível local através de um processo espiral de observação – reflexão –

planificação – atuação (Carr & Kemmis, 1986) como representado na Figura 7 abaixo na versão apresentada por Latorre (2013).

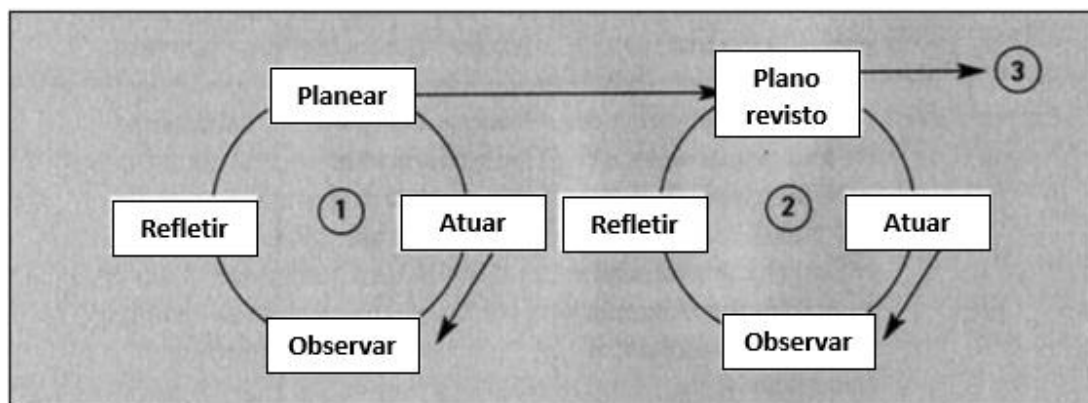


Figura 7 Ciclo espiral de Investigação Ação. Adaptado de Latorre, (2013)

Podemos dividir todo o processo de investigação-ação, no que refere ao ramo educacional, em nove passos distintos (McNiff, 2013):

1. Rever a prática atual.
2. Identificar um aspeto passível de ser melhorado.
3. Identificar uma maneira de enfrentar e ultrapassar esse problema
4. Testar a validade da nossa intervenção.
5. Avaliar os resultados obtidos após a intervenção do docente investigador
6. Adaptar as medidas de intervenção utilizadas anteriormente à luz dos resultados obtidos e continuar com a “ação”.
7. De novo, registar as alterações provocadas pela intervenção revista avaliando assim a eficácia das medidas tomadas.
8. Continuar com este processo até que obtenhamos uma solução para o problema inicial.

Este processo cíclico (planeamento, ação, observação e reflexão) leva a um progressivo refinamento dos instrumentos, métodos e interpretações utilizadas (Dick, 2002).

No entanto, a característica que torna este tipo de metodologia de investigação tão relevante para utilização em contexto escolar é o facto de esta lidar diretamente com

problemas práticos que quase todos os docentes encontram no seu dia-a-dia. É um processo que, de modo relativamente fácil, fornece dados que permitirão melhorar de forma significativa aspetos práticos da atividade letiva. Sendo uma metodologia primeiramente interventiva (Coutinho, 2005).

Como tal, o professor toma as rédeas da sua evolução como docente, aumentando, de forma autónoma, as suas capacidades, melhorando, conseqüentemente, a qualidade do ensino dos seus alunos.

IV.2 Caracterização da amostra

Para este PI será utilizada uma amostra de conveniência, não probabilística, composta por uma turma de 11^o ano do ensino secundário com 23 alunos que frequentam a disciplina de Biologia/Geologia (Tabela 1). Esta turma foi uma das que integrou a componente de PES, ao abrigo da UC de Introdução à Prática Profissional, na escola secundária Aurélia de Sousa.

Devido ao carácter não aleatório da amostra utilizada, os resultados obtidos não podem ser considerados como representativos e, por isso, não são generalizáveis a nenhuma população.

Tabela 2 Caracterização da turma amostra utilizada neste estudo.

Género (total = 23)	Idade (amplitude)	Classificação BG 1^o Período (média)
Feminino (n = 12)	15 - 17	13,4
Masculino (n= 11)	15 - 16	13,3

IV.3 Técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados

Para este projeto a opção recaiu sobre a técnica da testagem através do recurso à avaliação de relatórios sob a forma de V de Gowin que foram elaborados pelos alunos no final de cada trabalho de modelagem.

O V de Gowin (Figura 8), instrumento de carácter heurístico inicialmente desenvolvido como forma de clarificar a natureza e propósito do trabalho laboratorial, é hoje em dia utilizado numa multitude de situações, incluindo o ambiente escolar, com o intuito de auxiliar a aprendizagem dos alunos ensinando-os a aprender (Vasconcelos & Torres, 2015).

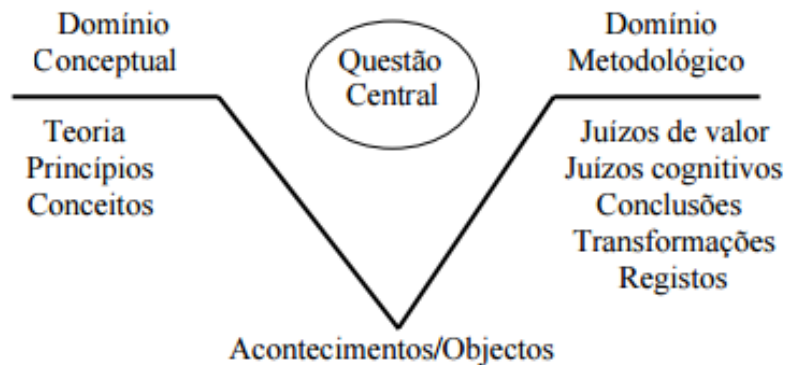


Figura 8 Estrutura típica de um V de Gowin. Adaptado de Novak e Gowin (1996, Pág. 19)

Este instrumento, quando utilizado em sala de aula, permite aos alunos construírem uma aprendizagem significativa partindo de uma situação problema. Esta situação problemática será a base para o desenvolvimento de uma questão central à qual os alunos tentarão responder analisando acontecimentos, registando observações e elaborando conclusões que levem a uma resposta satisfatória à pergunta inicial (Machado & Gomes, 2001).

Os resultados obtidos no primeiro (de dois) V de Gowin serviram, não só como parte dos dados estatísticos sujeitos a análise, mas também como uma ferramenta de identificação dos pontos em que os alunos revelam mais dificuldades na elaboração deste tipo de relatórios. Desta forma, aquando da elaboração do segundo V de Gowin, foi possível realizar uma intervenção mais direccionada seguindo uma metodologia de investigação-ação.

Os V de Gowin foram cotados de 0 a 100% seguindo as cotações descritas na Tabela 3. Este método de cotação foi desenvolvido pelos integrantes do núcleo de estágio com a assistência dos orientadores da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. A correção dos relatórios foi efetuada pelos alunos estagiários com a supervisão do orientador cooperante.

Os resultados obtidos (primeiro e segundo relatório, correspondendo a pré e pós teste) foram depois analisados estatisticamente recorrendo à versão 23 do programa SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*) analisando média, amplitude e desvio padrão das classificações obtidas em cada um dos relatórios.

Na Figura 9 é apresentada a proposta de V modelo, para a primeira atividade de modelação, que vai de encontro aos registos pretendidos para a obtenção da cotação máxima.

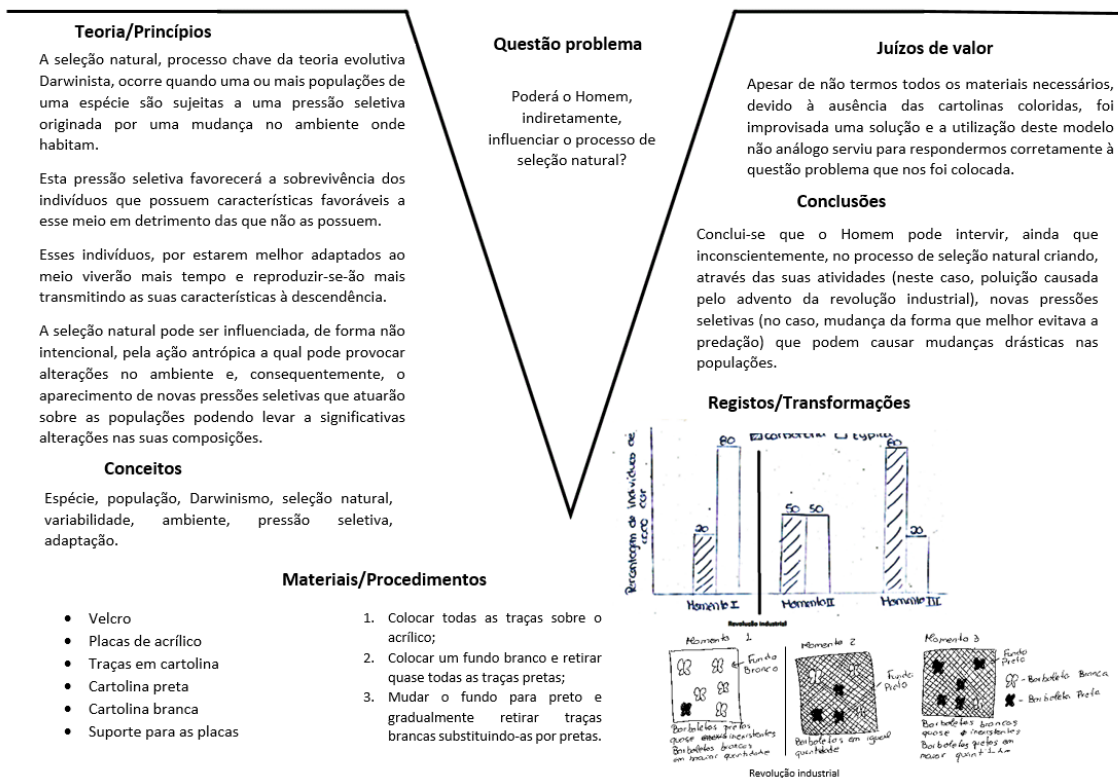


Figura 9 V de Gowin exemplo para uma cotação máxima na primeira atividade de modelação.

Tabela 3 Cotações atribuídas às diferentes secções do V de Gowin.

Secção	Cotações
Questão-problema	5 Pontos = 25%
Teoria/Princípios	Informação fornecida pelo docente
Conceitos	
Material e Procedimentos	
Registos/Transformações	5 Pontos = 25%
Conclusões	5 Pontos = 25%
Juízos de Valor	5 Pontos = 25%

V. Apresentação e análise de resultados

Neste capítulo é feita a apresentação e análise dos dados obtidos ao longo deste PI. Resultados que foram obtidos através da correção de dois relatórios em formato V de Gowin relativos a duas atividades de modelação realizadas durante o ano letivo.

Os V de Gowin utilizados podem ser subdivididos em duas componentes principais:

- Dados fornecidos à priori ► Construídos previamente pelos alunos estagiários no núcleo de estágio da Escola Secundaria Aurélia de Sousa sob a supervisão do orientador cooperante.
 - Teorias, Conceitos e Materiais a utilizar.
- Dados a ser preenchidos pelos alunos ► Serão elaborados pelos discentes após a realização das duas atividades de modelação e intervenções planeadas.
 - Questão problema, Registos/Transformações, Conclusões e Juízos de valor.

Nome: _____ Número: _____

Teoria/Princípios A quantidade de água presente no solo de uma vertente é um fator de grande importância no desencadeamento de movimentos de massa podendo diminuir, ou aumentar o seu ângulo de atrito, ângulo máximo em que as forças de resistência mantêm a estabilidade de uma vertente. Quando a quantidade de água num solo não ultrapassada o ponto de saturação a tensão superficial criada ela tende a ligar as partículas dos materiais que compõe os solos estabilizando-os. Ultrapassado o ponto de saturação, a água provocará uma tensão tal que causará o afastamento das partículas que compõe os solos, liquefazendo-os potenciando drasticamente o seu deslocamento.	Questão problema	Juízos de valor
Conceitos Força da gravidade, movimentos de massa, tensão superficial, saturação, forças de resistência, ângulo de atrito.		Conclusões
Materiais/Procedimentos <ul style="list-style-type: none">• Modelo que simule a inclinação de uma vertente• Recipiente com água• Areia• Argila	<ol style="list-style-type: none">1. Colocar em cada uma das 3 calhas uma quantidade equivalente de areia/argila;2. Humedecer a calha central;3. Gradualmente fazer aumentar o ângulo da parte superior do modelo vertendo lentamente água na calha da direita;4. Registrar os ângulos de repouso e o tempo decorrido até ao deslize de cada um dos materiais;5. Repetir o procedimento para o segundo material areia/argila	Registos/Transformações

Figura 10 V a ser completado pelos alunos aquando da segunda atividade de modelação.

V.1 Análise estatística

As classificações dos V de Gowin foram calculadas utilizando as cotações apresentadas na Tabela 2, dividindo equitativamente os pontos atribuídos a cada uma das secções do relatório preenchidas pelos alunos de modo a valorizar de igual modo todas as componentes do raciocínio científico avaliadas por este tipo de documentos.

Na Figura 11 são apresentadas as cotações obtidas por cada um dos alunos da turma C do 11º ano da Escola Secundaria Aurélia de Sousa em cada um dos relatórios.

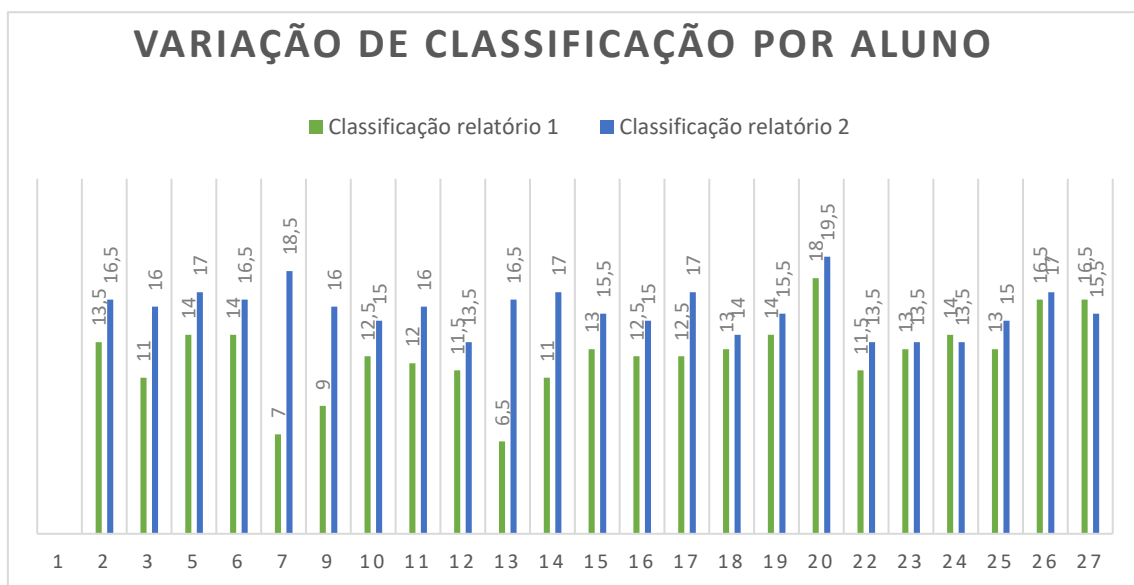


Figura 11 Classificações obtidas pelos alunos em cada um dos relatórios experimentais.

Na tabela 4, que de seguida é apresentada, estão discriminados os valores obtidos para a amplitude de classificações (Class. Máxima – Class. Mínima), bem como a média e o desvio padrão para os resultados de ambos os V de Gowin de modo a permitir a comparação das médias dos dois eventos, permitindo assim verificar a sua significância estatística.

Tabela 4 Estatística descritiva dos resultados obtidos.

	Class. Mínima	Class. Máxima	Média	Desvio padrão
Relatório I	6.50	18.00	12.6	2.68
Relatório II	13.50	19.50	15.8	1.58

Utilizando os dados fornecidos na tabela 3 pudemos então realizar o teste não paramétrico para amostras emparelhadas de Wilcoxon de modo a comprovar a significância dos resultados obtidos e, por consequência, rejeitar a hipótese nula delineada no início do PI.

Optou-se pela realização deste teste em detrimento do teste de T por estarmos a lidar com uma amostra de conveniência com um tamanho reduzido ($n=23$) o que poderia comprometer os pressupostos de normalidade da variável em teste.

Relembrando as hipóteses dirigidas em teste:

- H_0 : A utilização de um programa bifásico de investigação-ação não provoca diferenças significativas nos resultados obtidos nos V de Gowin utilizados.
- H_1 : A utilização de um programa bifásico de investigação-ação provoca um aumento significativo nos resultados segundo V de Gowin comparativamente ao primeiro.

Para estas hipóteses o teste de *Wilcoxon* apontou valores de $z = -4,004$ e $p = 0,000$ validos para um intervalo de confiança de 99%, ou seja, para 0,01 de nível de significância. Sendo assim verifica-se uma melhoria significativa das classificações obtidas pelos alunos no segundo V de Gowin.

V.2 Discussão dos resultados

Para uma compreensão mais profunda dos resultados obtidos é importante analisar o pressuposto que deu origem a este projeto de investigação-ação. A deteção de dificuldades de base, por parte dos alunos, na aplicação do raciocínio científico na construção de relatórios experimentais.

No primeiro V de Gowin, realizado ainda como parte da avaliação curricular da disciplina de Biologia e Geologia, verificou-se que, ao contrário do que seria de esperar,

a maior parte dos alunos tinha bastante dificuldade em, de forma lógica e sucinta, construir registos rigorosos das observações que efetuavam e, por isso, encontravam algumas complicações na construção de conclusões que respondessem com rigor à questão de investigação central.

Com estas dificuldades em vista foi elaborado o plano apresentado neste documento o qual obteve resultados bastante prometedores para o futuro da educação científica destes alunos.

Verificamos que, mesmo depois da primeira intervenção, no primeiro V de Gowin, efetuado com base na utilização do modelo simulando a influencia antrópica na seleção natural, os resultados obtidos ficaram abaixo do expectável tendo em conta a prestação escolar habitual da turma em questão. No entanto, esta primeira sessão de recolha de resultados foi essencial no estabelecimento de uma base de atuação para a segunda intervenção contemplada neste projeto.

Na segunda intervenção foi realizada a análise dos resultados do primeiro relatório e foram confrontadas as principais preconcepções erradas dos alunos sobre a forma ideal de registar e interpretar dados obtidos com a utilização de um modelo para o ensino ou na realização de qualquer outra atividade experimental.

Depois de analisados os resultados obtidos no segundo V de Gowin podemos concluir que esta intervenção cumpriu o objetivo a que se propôs, obtendo uma melhoria generalizada das classificações dos alunos, sendo a melhoria da média global das classificações da turma superior a 3 valores.

É importante, também, valorizar a influência positiva que a utilização de modelos para o ensino surtiu na implementação deste PI. Foi notório o aumento da motivação dos alunos ao utilizarem estes instrumentos que são uma bem-vinda mudança de ritmo comparativamente às restantes aulas que, maior parte das vezes por imposição curricular, têm um carácter transmissivo e por consequência pouco estimulante.

VI. Conclusões

VI.1 Conclusões gerais

Analisados os resultados obtidos chegamos à conclusão que a combinação das metodologias de investigação-ação e de ensino baseado em modelos trouxe inegáveis vantagens tanto ao nível da dinâmica em sala de aula como ao nível da evolução das competências científicas dos alunos.

A utilização de modelos foi muito bem recebida por parte dos alunos permitindo uma aprendizagem mais direta dos conteúdos a lecionar e evitando assim o estigma do ensino expositivo que, muitas vezes, é causa de desmotivação para os estudantes. Citando diretamente um dos alunos “Percebi muito mais facilmente a matéria assim do que com uma aula normal”.

No que se refere à metodologia de investigação utilizada, comprovou-se que o processo em espiral de investigação-ação é de grande utilidade na resolução de problemas práticos que são enfrentados no dia a dia da atividade docente. Depois de detetados esses problemas, de serem obtidos dados que os comprovassem e de ter sido delineada e implementada uma estratégia de ataque direcionada os resultados finais obtidos foram bastante satisfatórios.

Podemos então considerar que o objetivo inicial, *verificar se a implementação de um programa de investigação-ação suportado na utilização de modelos para o ensino é eficaz na melhoria das capacidades dos alunos na elaboração de relatórios experimentais em V de Gowin*, este projeto foi bem-sucedido verificando-se um maior interesse no conteúdo lecionado e um aumento significativo das classificações obtidas pelos alunos no V de Gowin final.

VI.2 Dificuldades e limitações do estudo

O estudo apresentado, apesar de ter cumprido os objetivos a que se propôs, não foi isento de dificuldades, algumas delas inerentes ao contexto escolar e académico em que se enquadrou, outras associadas ao desenvolvimento e aplicação de novos materiais para o ensino.

No que diz respeito às limitações encontradas a nível escolar, um dos maiores obstáculos à implementação deste PI, transversal à aplicação de muitas outras novas metodologias em sala de aula, é a falta de tempo originada pelos, cada vez mais rígidos, planos curriculares implementados pelos corpos competentes que obrigam os docentes à aplicação de métodos de ensino expositivos e de baixo dinamismo.

A necessidade de integrar este estudo na PES (integrada na UC de IPP do Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário) criou também alguns problemas nomeadamente no tamanho da amostra a utilizar, limitada aos alunos integrantes da turma do 11º ano a cargo do orientador cooperante (n = 23), e no período de tempo disponível para a sua implementação, limitada às aulas alocadas a cada um dos alunos estagiários.

Podemos, por fim, referir também o facto de todos os custos financeiros inerentes aos materiais utilizados terem sido suportados pelos alunos estagiários uma vez que o orçamento da escola não cobre este tipo de despesas. Estas despesas, bem como o tempo despendido na construção e implementação destes materiais criam alguns entraves à sua utilização com maior frequência nas escolas.

VI.3 Implicações no desenvolvimento profissional

É de realçar a importância deste PI no crescimento profissional do seu ator segundo duas vertentes, a investigativa e a do ensino.

Na vertente investigativa foi o culminar de uma aprendizagem dedicada a diferentes metodologias de investigação no ensino adquiridas ao longo do mestrado que permitiram implementar um PI ação que se revelou bastante eficaz no principal objetivo a que se propôs, o de melhorar as competências de raciocínio científico dos alunos.

Sendo assim é natural que o sucesso deste projeto seja transportado para o futuro educacional dos professores investigadores potenciando a aprendizagem dos seus futuros alunos já que, na sua génese, é esse o propósito de uma metodologia de investigação-ação, detetar problemas, implementar soluções e comprovar resultados.

Na vertente de ensino, a utilização da metodologia de ensino com recurso a modelos revelou-se de uma grande riqueza permitindo aos alunos estagiários utilizarem novas abordagens a temas recorrentes no ensino secundário português que muito agradaram aos alunos.

Finalmente, é de mencionar o crescimento profissional que adveio da realização de todo este projeto. Tendo a seu cargo todo o processo de idealização, construção e implementação desta investigação, esta foi uma oportunidade para o aluno estagiário ter total controlo sobre o seu trabalho e assim aumentar substancialmente a sua capacidade de resolução de problemas.

Referências Bibliográficas


- Álvarez, R. M. & Torre, E. G. (1996), Los Modelos Analógicos en Geología: Implicaciones Didácticas. Ejemplos relacionados con el origen de materiales terrestres. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, (4.2), 133-139.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1986). *Becoming critical: Education, knowledge, and action research*. London: Falmer Press.
- Cook, T. D., & Reichardt, C. S. (1986). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Madrid, Espanha: Ediciones Morata, S. L.
- Cook, L. M., Grant, B. S., Saccheri, I. J., & Mallet, J. (2012). Selective bird predation on the peppered moth: the last experiment of Michael Majerus. *Biology Letters*, 8(4), 609–612.
- Coutinho, Clara P. (2005). *Percursos da Investigação em Tecnologia Educativa em Portugal: uma abordagem temática e metodológica a publicações científicas (1985-2000)*. Monografias em Educação. Braga: CIED - Universidade do Minho.
- Coutinho, Clara P. (2006). *Aspectos metodológicos da investigação em tecnologia educativa em Portugal (1985-2000)*.
- Darwin, C. R. (1869). *On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favored races in the struggle for life*. London: John Murray. 5th edition. Tenth thousand, p. 61.
- Dias, J. M. A. (1993). *Estudo de Avaliação da Situação Ambiental e Proposta de Medidas de Salvaguarda para a Faixa Costeira Portuguesa* p.13. Disponível em http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/eb_Ambicost.html
- Dick, B. (2014). *Action research: action and research*. Disponível em: <http://www.aral.com.au/resources/aandr.html>. Obtido em 14/09/2016
- Dow, P, Dusch, R. A., Dyasi H. M., Kuerbis, P. J., Lowery, L., McDermott, L. C., Rankin L., & Zoback M. L. (2000) *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning* (2000). National Academy Press. Washington DC.
- Gilbert, S., & Ireton, S. (2003). *Understanding Models in Earth & Space Science* (p. 124). NSTA Press.
- Gowin, D. B., & Alvarez, M. C. (2005). *The art of educating with V diagrams*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2010). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Hubbert, M. K. (1937). Theory of scale models as applied to the study of geological structures. *Bull. Geol. Soc. Am.* 48, 1459-1520.
- Justi, R., 2009. Learning how to model in science classroom: Key teacher's role in supporting the development of students' modelling skills. *Educación Química*, 20(1)
- Latorre, A. (2003): *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona, Ed.Graó.

- Lewin, K. (1946). Action Research and Minority Problems. *Journal of Social Issues*, 2(4), 34-46.
- Lush, Jay L. (2008). *Animal Breeding Plans*. Orchard Press. p. 21.
- Machado, C. & Gomes, C. (2001). Utilização do “V de Gowin” como estratégia no ensino da Física e da Química. In C. Gomes & J. Cunha (Org.), VIII Encontro Nacional de Educação em Ciência - Actas, pp. 471-479. Ponta Delgada: DCE, Universidade dos Açores.
- Mallet, Jim (2004). “The Peppered Moth: A Black and White Story after All,” *Genetics Society News* 50: 34-38.
- McNiff, J. (2013). *Action research: Principles and Practice*, 3rd Edition. London: RoutledgeFalmer.
- Novak, J. & Gowin, D. (1996). *Aprender a aprender*. Coleção Plátano Universitária, Lisboa: Plátano, Edições Técnicas.
- Rahimi, M., 2009. The role of teacher’s corrective feedback in improving EFL Iranian learners’ writing accuracy over time: is learner’s mother tongue relevant? In: *Reading & Writing* 22/2.
- Rosária, J. (2006). La Enseñanza de Ciencias basada en la Elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173–184.
- Shim, Y-H. & Malacinski, G. M. (2011). Modeling Creative Approaches to Learning Complex and Difficult Phenomena in the University Science and Technology Classroom. *International Journal of Arts & Sciences*. 4(16), 261–282.
- Silva, M. G. L. & Núñez, I. B. N. (2007). Modelos científicos, didáticos e mentais. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Brasil.
- Smelser, D., (2014). *Landslide Mitigation Action Plan. Final Report*. Washington State Department of Transportation (WSDOT) Rail Division p.16.
- Tattersall, I., & Schwartz, J. H. (2008). *Extinct humans*. Boulder, Col.: Westview Press.
- Torres, J., Moura, R., Vasconcelos, C., Amador, F., (2013). Nature of Science, models and earth structure model: Portuguese prospective science teachers’ views. *SGEM2013 Conference proceedings*, Albena, Bulgaria, 8.
- Torres, J., Vasconcelos, C. (2015). Nature of science, scientific and geoscience models: Examining students and teachers’ views. *J TURK SCI ED Journal of Turkish Science Education*, 12(4), 3-21. doi:10.12973/tused.10148a.
- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers’ knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141–1153. doi:10.1080/095006999290110
- Vasconcelos, C., Faria, J., Almeida, A. & Dourado, L. (2014). Geology in the lab: Preliminar studies for validating a checklist for analyzing modelling activities in textbooks. In *proceedings of ICERI 2014 Conference*, Sevilla, Espanha, 17-19 de Novembro 2014, (pp.2571-2577).


Apêndices

Apêndice 1 – PowerPoint utilizado na aula relativa ao primeiro modelo para o ensino e primeira intervenção do PI.

Darwinismo: Variabilidade, seleção artificial e seleção natural.





Lamarck > Darwin




- Lei do uso/desuso.**
 - Características dos seres vivos ligadas ao meio em que se desenvolvem;
 - Adaptação: capacidade de uma espécie adquirir ou melhorar uma característica favorável;
 - Necessidade de um órgão modifica-o, fortalecendo-o ou degenerando-o.
- Lei da herança dos caracteres adquiridos.**
 - As características adquiridas são transmitidas aos descendentes tendendo a espécie para a perfeição.


A viagem de Darwin



HMS Beagle no estreito de Magalhães



A origem das espécies, 1859



Percurso da segunda viagem do HMS Beagle

Dados Geológicos



- Uniformitarismo**
 - Leis naturais são constantes no tempo e espaço;
 - Mudanças geológicas são lentas e graduais;
 - O presente explica o passado.



Princípios de Geologia, Charles Lyell, 1830

Dados Geológicos



Andes

- Darwin descobre fósseis de animais marinhos e solos vulcânicos, com gênese subaquática, a milhares de metros de altitude;
- Apenas possível com alterações graduais ao longo de milhões de anos.



Fósseis de animais marinhos encontrados por Darwin nas Andes

Dados Biogeográficos



Espécie

- Conjunto de indivíduos semelhantes (estruturalmente, funcionalmente e bioquimicamente) que se conseguem reproduzir, originando descendentes férteis.



Ligre: híbrido estável de fígura e leão

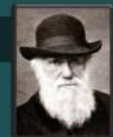
População

- Conjunto de indivíduos de uma mesma espécie que vivem em determinada área num determinado período.



Mula: híbrido estável de burro e égua

Dados Biogeográficos



Argentina (Rio Negro)

- Nandu menor (*Rhea penatta*) > a Sul
- Nandu maior (*Rhea americana*) > a Norte



Rhea penatta



Chelonoidis nigra porteri

Galápagos

- Tartarugas e Tentilhões: Diferenças entre as ilhas que habitam determinam características morfológicas;
- Apesar destas diferenças, as espécies que aqui habitam são muito semelhantes entre si.



C. a. chathamensis



Tentilhões de Darwin

Dados Biogeográficos



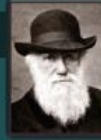
Conclusões

- Colonização das ilhas através de espécies vindas do continente americano;
- Características únicas de cada ilha determinam a evolução divergente das suas populações.



Arquipélago das galápagos

Variabilidade, seleção natural e seleção artificial



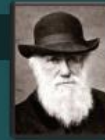
Variabilidade

- Ponto fulcral desta teoria evolutiva;
- A sobrevivência de uma população, num ambiente em mudança, estará tanto mais assegurada quanto maior a sua variabilidade.



Variabilidade intraespecífica

Variabilidade, seleção natural e seleção artificial



Seleção artificial

- Cruzamentos seletivos de indivíduos com características de interesse;
- Ao longo de gerações sucessivas criam-se seres bastante diferentes dos originais.



Um Pug: variabilidade induzida em cães familiares

Variabilidade, seleção natural e seleção artificial



Seleção natural

- Alterações ambientais produzem uma pressão seletiva;
- Indivíduos com características mais favoráveis sobrevivem e proliferam;
- Indivíduos com características desfavoráveis podem acabar por se extinguir.

Before selection



After selection



Final population

Efeitos da variação do meio numa população

A Teoria da Evolução



Variabilidade

- Dentro de uma mesma população/espécie existem indivíduos que expressam as mesmas características de forma diferentes.

Luta pela sobrevivência

- Competição por alimento, refúgios e outros fatores essenciais.

Sobrevivência do mais apto

- Os indivíduos melhor adaptados ao meio sobrevivem, os restantes vão sendo gradualmente eliminados. ▶ Seleção natural.

Reprodução diferencial

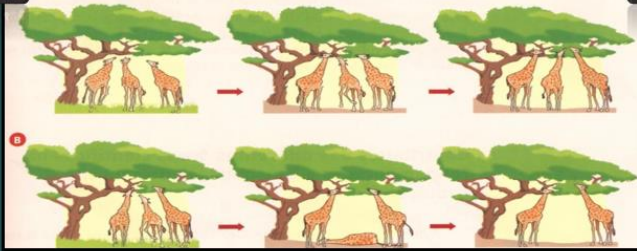
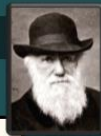
- Os indivíduos mais aptos vivem mais tempo e reproduzem-se mais passando as suas características à descendência.

Formação de novas espécies

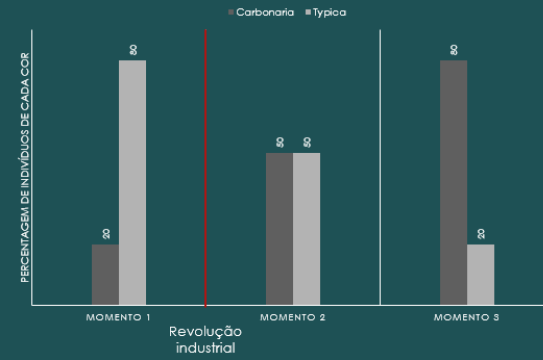
- Acumulação de pequenas variações levará, a longo prazo, ao aparecimento de novas espécies.



Lamarckismo vs. Darwinismo



Seleção natural condicionada



Apêndice 2 – PowerPoint utilizado na aula relativa ao segundo modelo para o ensino e segunda intervenção do PI.

Zonas de vertente: perigos naturais e antrópicos.



Zonas de vertente



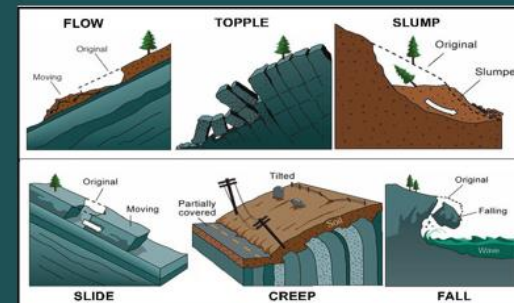
Zonas de vertente



Zonas de vertente

- Uma das mais básicas formas de relevo;
- Instabilidade geomorfológica acima do normal;
- Zonas de declive elevado;
- Declive acentuado aumenta taxa de erosão.

Zonas de vertente

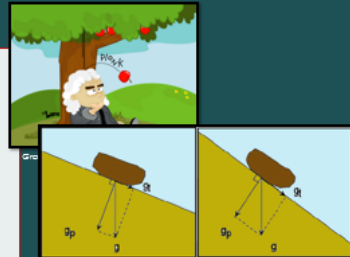


Fatores condicionantes



Gravidade e Inclinação

- Num plano inclinado a força gravítica pode ser dividida em duas componentes, tangencial e normal;
- Quando C_t maior que C_n existe deslizamento de massa.



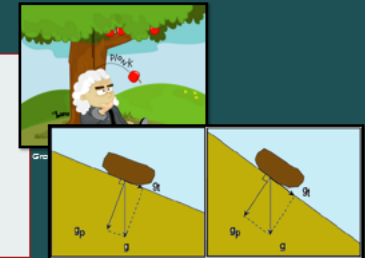
Decomposição da força gravítica em função de inclinação

Fatores condicionantes



Fatores geológicos

- Permeabilidade dos materiais;
- Diferenças entre materiais
- Características estruturais da vertente.



Decomposição da força gravítica em função de inclinação

Fatores desencadeantes



Fatores naturais

- Precipitação;
- Sismos;
- Tempestades costeiras.



Precipitação atmosférica

Fatores desencadeantes



Fatores antrópicos

- Destrução do coberto vegetal;
- Construção civil destabiliza os solos.



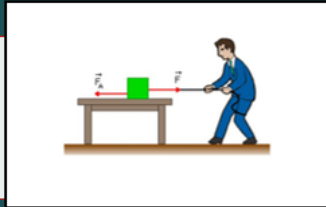
Destrocações antrópicas

Zonas de vertente



Forças de resistência

- Atrito;
- Coesão entre partículas;
- Ancoragem promovida por plantas.



Atrito opõe-se ao movimento

Zonas de vertente



Fator de segurança

- FR: Forças de resistência
- GT: Componente tangencial
- $FS < 1$ = Deslizamento
- $FS > 1$ = Estabilidade

$$FS = FR/GT$$

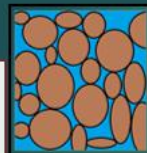
Fator de segurança

Zonas de vertente

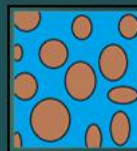


Influência do conteúdo em água

- Atrito;
- Coesão entre partículas;
- Ancoragem promovida por plantas.



Solo húmido



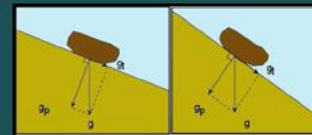
Solo saturado em água

Zonas de vertente



Ângulo de atrito ou repouso

- Ângulo a partir do qual a componente tangencial da força gravítica se sobrepõe à componente normal.



Avaliação das componentes tangencial e normal

$$Gt > Gn$$



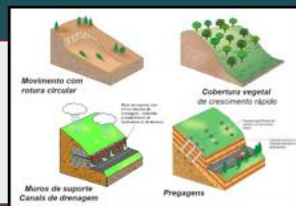
Ângulo de repouso ultrapassado

Zonas de vertente



Medidas de mitigação

- Reflorestação;
- Pregagens;
- Redes;
- Sistemas de drenagem.



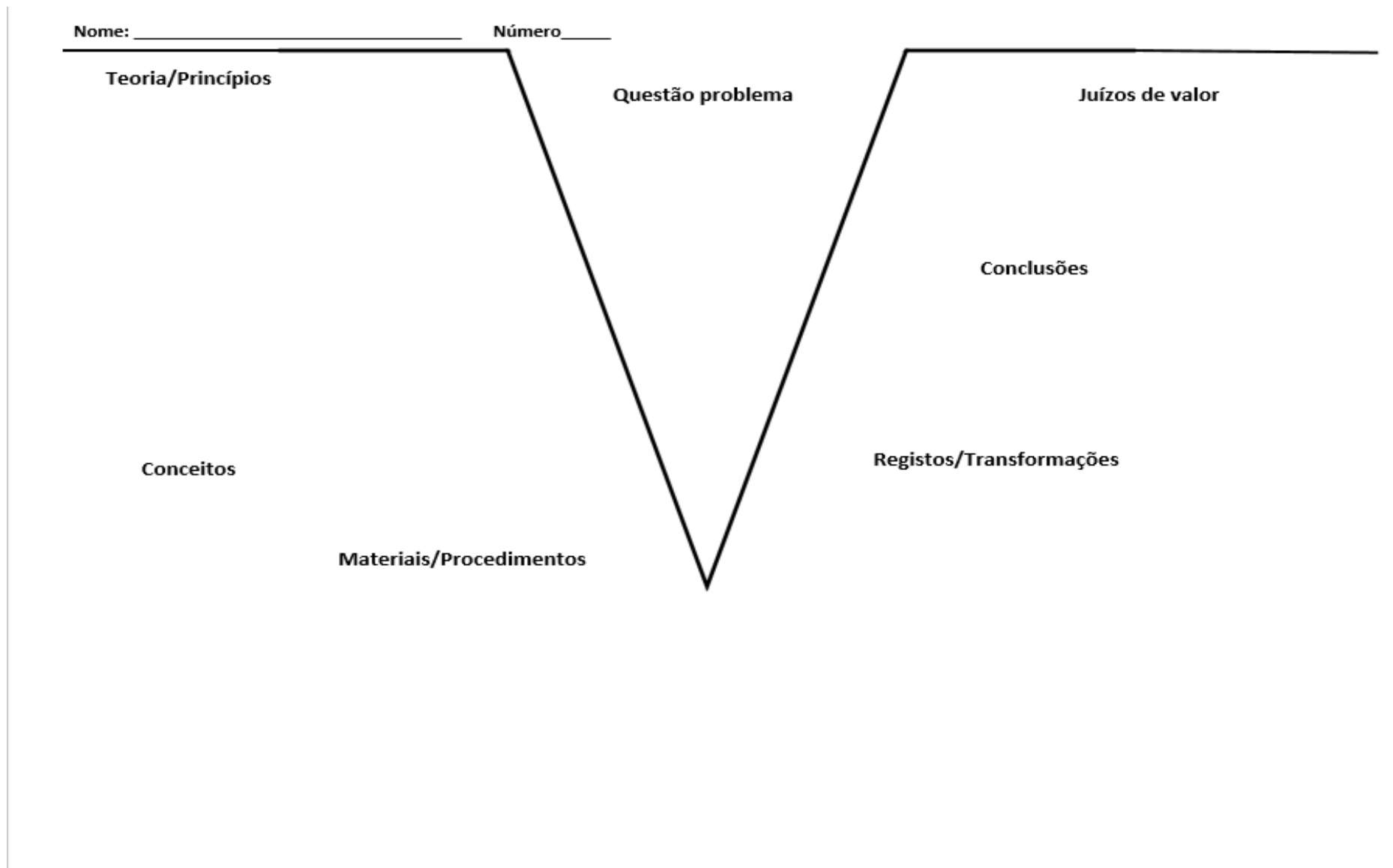
Medidas de prevenção do deslizamento de vertentes

Zonas de vertente



Modelo simulando a influência de vários fatores naturais na estabilidade das vertentes

Apêndice 3 – Modelo básico de V de Gowin utilizado neste PI. Versão adaptada do V de Gowin fornecido pela entidade escolar.



Apêndice 4 – Exemplo do V de Gowin corrigido, de um dos alunos, relativo à segunda atividade de modelação.

Nome: [redacted] Número: [redacted] E (19,5)

Teoria/Princípios

A quantidade de água presente no solo de uma vertente é um fator de grande importância no desencadeamento de movimentos de massa podendo diminuir, ou aumentar o seu ângulo de atrito, ângulo máximo em que as forças de resistência mantêm a estabilidade de uma vertente.

Quando a quantidade de água num solo não ultrapassada o ponto de saturação a tensão superficial criada ela tende a ligar as partículas dos materiais que compõe os solos estabilizando-os.

Ultrapassado o ponto de saturação, a água provocará uma tensão tal que causará o afastamento das partículas que compõe os solos, liquefazendo-os potenciando drasticamente o seu deslocamento.

Conceitos

Força da gravidade, movimentos de massa, tensão superficial, saturação, forças de resistência, ângulo de atrito.

Materiais/Procedimentos

- Modelo que simule a inclinação de uma vertente
- Recipiente com água
- Areia
- Argila

1. Colocar em cada uma das 3 calhas uma quantidade equivalente de areia/argila;
2. Humedecer a calha central;
3. Gradualmente fazer aumentar o ângulo da parte superior do modelo vertendo lentamente água na calha da direita;
4. Registrar os ângulos de repouso e o tempo decorrido até ao deslize de cada um dos materiais;
5. Repetir o procedimento para o segundo material areia/argila

Questão problema

Qual a influência do ângulo de inclinação e da quantidade de água na estabilidade das vertentes. ✓

⊗, do tipo de solo

Juizados de valor

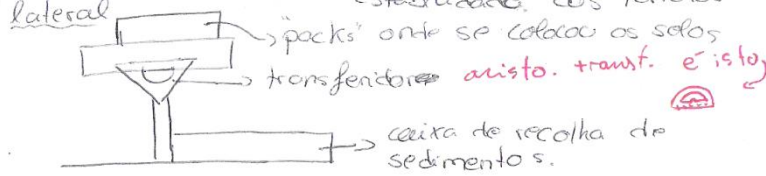
A experiência correu bem, e a utilização deste modelo análogo cumpriu o propósito a que se destinava, embora algumas variáveis não foram ter sido controladas, como a quantidade de areia e de argila (que não são exatamente os mesmos), a taxa de variação do ângulo e a saturação dos solos. ✓

Conclusões

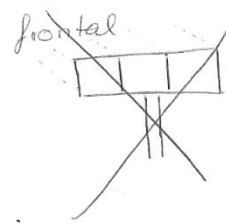
A partir da interpretação dos resultados pode concluir-se que com o aumento da ~~em~~ inclinação ~~para~~ também aumenta a instabilidade das vertentes. Assim como solos compostos por partículas mais pequenas são menos estáveis. Para além disso também se pode testar como ~~qual~~ a quantidade de água afeta as vertentes: solos húmidos são muito estáveis, uma vez que a água cria uma pequena "película" que une as

Registos/Transformações

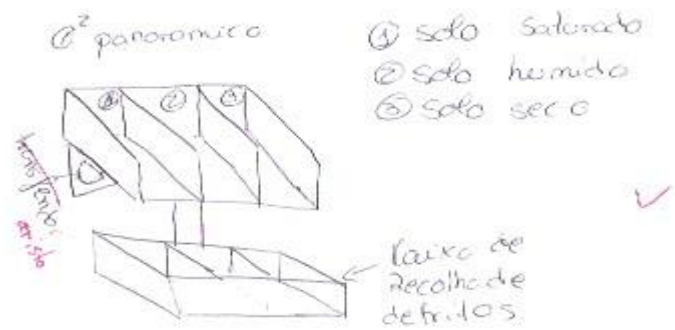
Modelo para observação da inclinação na estabilidade dos terrenos:



lateral → "packs" onde se colocam os solos
transf. aristo. transf. e isto
caixa de recolha de sedimentos.



frontal ⊗²



Areia	Areia	Argila
Solo seco	ângulo de vertência: 35° tempo: 18s posição: 2º lugar	ângulo de vertência: 45° tempo: 15s posição: 2º lugar
Solo humido	Sem movimento	Sem movimento
Solo seco saturado	ângulo de vertência: 12° tempo: 4s posição: 1º lugar	ângulo de vertência: 11° tempo: 2s posição: 1º lugar

das partículas, mas se atingir o ponto de saturação provoca uma grande taxa de fricção condizendo a uma maior probabilidade de deslizeamento das matérias pelas vertentes; ou seja, o solo mais instável é o saturado por água e o mais estável é o humido, enquanto que o solo seco, apesar de não possuir grande estabilidade, é um meio termo. ~~porque a água mais tarde~~