



Henri Cadell (1860-1934)

Recurso a modelos no ensino da Biologia e da Geologia

Exploração das temáticas “Ciclos de vida” e “Bacias Hidrográficas”

Cátia Filipa Pinto Soares

Mestrado em Ensino da Biologia e da Geologia no 3ºCiclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário

Departamento de Biologia e Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território

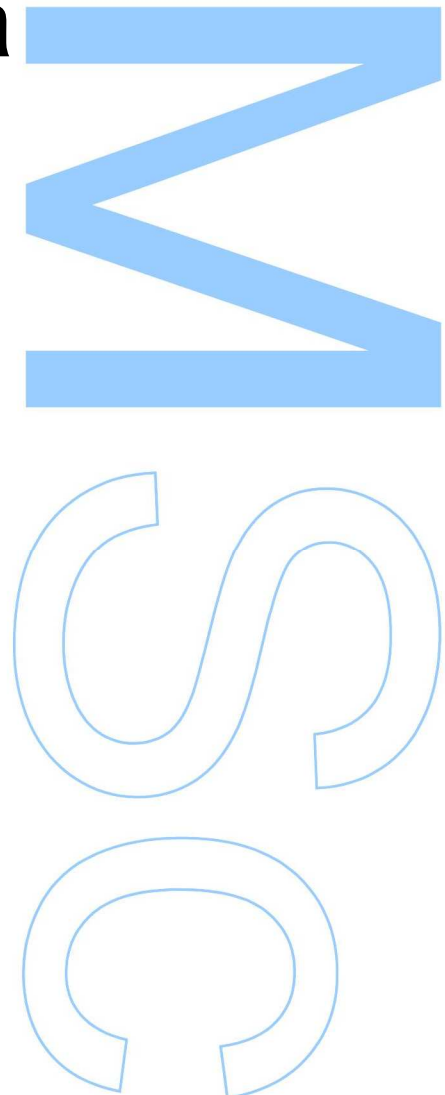
2014

Orientador

Prof. Alexandre Valente, Professor Associado, Faculdade de Ciências

Orientador

Prof.^a Clara Vasconcelos, Professor Associado, Faculdade de Ciências



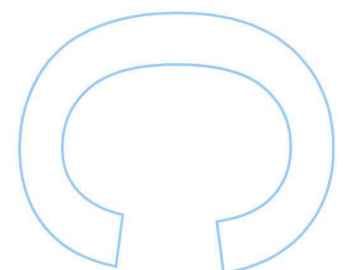
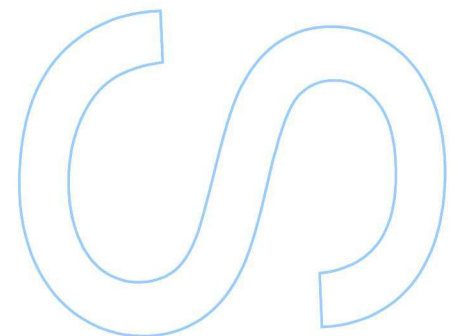
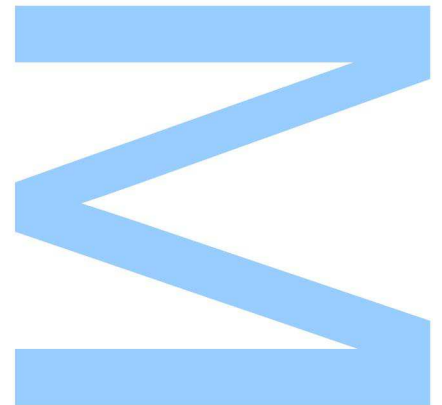


Todas as correções determinadas pelo júri, e só essas, foram efetuadas.

O Presidente do Júri,

Porto,

____/____/____



*A Educação qualquer que seja ela,
é sempre uma teoria do conhecimento
posta em prática.*

Paulo Freire, (1996)

Agradecimentos:

Ao meu colega de estágio, Pedro Ribeiro, agradeço pelo apoio, empenho e amizade.

Ao professor Alexandre Valente, pelo acompanhamento, interesse e dedicação e à professora Clara Vasconcelos, pela compreensão, apoio e incentivo, um grande obrigada.

Ao professor Jorge Guimarães, porque sem ele este projeto não podia ir em frente e pelo carinho, ajuda e disponibilidade, às professoras Leonor Antunes e Lucinda Motta. A todos eles estou muito grata.

Às turmas do 11º A e C da Escola Secundária Aurélia de Sousa, fico eternamente agradecida pela participação neste estudo.

Agradeço finalmente, aos meus pais, sem os quais este mestrado não poderia ter sido realizado. Ao meu irmão e à minha família, por todo o apoio e por acreditarem em mim. E ao Telmo, pela motivação e pelos momentos passados.

Resumo:

O presente estudo pretendeu avaliar se a utilização de animais modelo e de modelos para o ensino da biologia e geologia, respetivamente, contribui para promover a aprendizagem significativas de conteúdos curriculares.

Os temas abordados são os “Ciclos de Vida”, da Unidade 6: Reprodução do programa de Biologia de Geologia, do 11º ano, para a componente de biologia e “Bacias Hidrográficas”, que se encontra no Tema IV: Geologia, problemas e materiais do quotidiano.

Dentro destes temas principais foram estudados, para a presente investigação, os ciclos de vida de duas espécies, *Tenebrios molitor* (bicho-da-farinha) e *Lucilla sp.* (varejeira-verde) e analisados os pontos referentes ao ordenamento do território e risco geológico, da construção antrópica em leito de cheias, para a componente de biologia e para a componente de geologia, respetivamente.

A partir de uma amostra constituída por alunos do 11º A e C da Escola Secundária Aurélia de Sousa, consideraram-se dois grupos (controlo e experimental). O grupo experimental era composto por alunos que se voluntariaram para a participação no clube “Construir Ciência – do papel para a prática”, onde foi construído o modelo da bacia hidrográfica e os viveiros com os animais modelo.

Como instrumento de investigação, foram utilizados os mapas de conceitos. A todos os alunos foi realizada uma intervenção, com o intuito de explicar como se devem elaborar mapas conceituais e posteriormente, distribuída uma ficha com alguns conceitos, e uma questão problema ou uma palavra-chave, que os alunos teriam de utilizar, elaborando o mapa concetual, conforme a sua organização cognitiva.

A mesma ficha foi distribuída antes e após a intervenção, e posteriormente analisada segundo o modelo descrito por Novak e Gowin, (1996).

Para testar se o uso de modelos para o ensino e de animais modelo foi eficaz para potenciar uma aprendizagem significativa, compararam-se os resultados de dois testes (pré e pós-teste com a elaboração de mapas e conceitos), num estudo quasi-experimental e recorrendo a dois testes estatísticos, que pretenderam analisar a hipótese H1 - O recurso a modelos e animais modelo no ensino das ciências contribui para potenciar a aprendizagem significativa dos alunos.

Os resultados obtidos através do teste de Mann-Whitney indicam que existem diferenças significativas entre os resultados obtidos no pós-teste pelos dois grupos, tendo-se obtido uma média superior nos mapas do grupo experimental, aceitando-se assim a hipótese enunciada.

Analisando as médias obtidas em cada uma das componentes e em cada um dos grupos, concluiu-se também que houve uma maior aprendizagem no caso dos ciclos de vida, comparativamente a bacia hidrográfica. Estes resultados são justificados pelo facto de que para o tema ciclos de vida, os alunos tinham menos conhecimentos iniciais, ao contrário do que acontece no tema bacias hidrográficas, com o qual os alunos contactam mais frequentemente no seu quotidiano, através das notícias e situações do dia-a-dia.

A análise qualitativa dos mapas, mostrou ainda que os alunos revelam uma maior dificuldade relativamente ao estabelecimento de ligações entre conteúdos, uma vez que a utilização de ligações transversais é limitada. Apresentam ainda dificuldade no que concerne à transposição entre conceitos teóricos e exemplos do quotidiano, dada a reduzida frequência com que nos mapas utilizam exemplos.

Verificou-se ainda que a utilização do *Tenebrios molitor* foi bastante mais vantajosa que a utilização de *Lucilla sp.* para a realização dos viveiros. Concluindo-se assim que o recurso à utilização do bicho-da-farinha é muito vantajosa como modelo para o ensino da temática dos ciclos de vida, isto porque a sua reprodução foi muito rápida e porque, contrariamente à varejeira-verde, adaptou-se rapidamente ao novo ambiente.

Uma vez que se tratou de um modelo que estabelece analogias, tendo sido usados elementos naturais como a água e a areia, a construção da bacia hidrográfica permitiu observar os riscos da ocupação antrópica em leito de cheia e alertar para uma maior preocupação com o ordenamento do território.

Palavras-chave: modelos, animais modelo, ciclos de vida, bacias hidrográficas, estudo quasi-experimental, mapa de conceitos.

Abstract:

This study aimed to assess whether the use of animal models and teaching models for biology and geology modules, respectively, help to foster significant learning of contents.

The topics covered are the "Life Cycles", from *Unit 6: Reproduction* of Biology and Geology curriculum, of the 11th grade; and "River Basins", which is on *Theme IV: Geology, problems and daily materials*.

Within these main themes, the life cycles of two species, *Tenebrio molitor* (mealworms) and *Lucilla sp.* (blowfly-green) were studied for this research, and therefore analyzed the points related to spatial planning and geological risks of anthropogenic construction in flood beds of rivers.

From a sample of 11^o A and 11^o C students of Aurélia de Sousa Middle School, two groups were considered (control and experimental). The experimental group consisted of students who volunteered to participate in the club "*Building Science - from paper to practice*", where the river basin model and tree nurseries with the model animals were built.

As a research tool, conceptual maps were used. All the students were submitted to an intervention, in order to explain how they should prepare conceptual maps; subsequently a form was handed to the students with some concepts and a problem question or keywords for them to use to elaborate their conceptual maps, according to their cognitive organization.

This form was distributed before and after the intervention, and subsequently analyzed using the model described by Novak and Gowin (1996).

To test whether the use of models and model animals was effective to enhance meaningful learning, we compared the results of two tests (pre and post-test). A quasi-experimental study based on two statistical tests were performed aiming to examine the hypothesis H1 – “the use of models and model animals in science education contributes to enhance significantly the learning of the students”.

The results obtained using the Mann-Whitney test indicate that there are significant differences between the results obtained in the post-test for both groups, yielding a higher average in the maps of the experimental group, thus accepting the stated hypothesis.

Analyzing the obtained averages from each component and each group, it was possible to conclude that there was a higher learning in the case of life cycles, compared to the river basins theme. These results may be explained by the fact that for the theme life cycles, students had less initial knowledge, contrary to what happens with the watersheds subject, with which students contact more often in their daily lives, through the news and day-to-day situations.

The qualitative analysis of the maps also showed that students show a relatively greater difficulty of establishing cross-linked relations between concepts, since its use by the students in maps is limited. Students also show difficulties regarding to the implementation of theoretical concepts and examples from everyday life, given the low frequency of examples used in maps.

It was also found that the use of *Tenebrio molitor* was considerably more advantageous than the use of *Lucilla sp.* for the achievement of tree nurseries. Thus concluding that using the

mealworm is very advantageous as a model for teaching the topic of life cycles, because its development was very fast and, unlike the-green blowfly, mealworms adapted quickly to the new environment.

The construction of the basin also helped the students to visualize how a river works, with some analogy to reality, since this was a teaching model that used natural elements like water and sand. It also alerted students about the risks of human occupation in bed flood and the importance of spatial planning.

Keywords: models, model animals, life cycles, river basins, quasi-experimental study, conceptual map.

Índice

I. Introdução.....	11
1. Perspetiva de ensino.....	12
2. Recurso a modelos no Ensino das Ciências.....	13
2.1. Organismos modelo.....	15
II. Enquadramento das Temáticas.....	16
1. Enquadramento Curricular:	16
2. Enquadramento Científico	17
III. Metodologia da Investigação	24
3.1. Natureza da investigação	24
3.2. Problema da Investigação	25
3.3. Hipótese da investigação	25
3.4. Objetivos da Investigação	25
3.5. Amostra.....	26
3.6. Técnicas e Instrumentos da investigação.....	26
IV. Programa de Intervenção.....	28
V. Resultados e discussão.....	29
VI. Conclusão.....	46
VII. Referências Bibliográficas	50
VIII. ANEXOS	53

Índice de Figuras:

<i>Fig. 1 - (a) Diferentes estádios do ciclo de vida da mosca. (Adaptado de Arkive, 2013) onde: a. Ovo. b. Larva. c. Pré-pupa. d. Pupa. e. Adulto; (b) Diferentes estádios do ciclo de vida Tenebrio molitor onde: a. Ovo, b. Larva, c. Pupa; d. Adulto.</i>	20
<i>Fig. 2 - Setores de um curso de água (adaptado de Azevedo, 2007).</i>	24
<i>Fig. 3 – (A) Modelo didático da Bacia Hidrográfica. (B) Preservação das fases do ciclo de vida de cada espécie em etanol.</i>	28
<i>Fig. 4 - Representação esquemática do programa de Intervenção</i>	29
<i>Fig. 5 - Apresentação do projeto.</i>	30
<i>Fig. 6 – (A) Base da barragem. (B) Aplicação da Rede. (C) Aplicação do poliuretano. (D) Elaboração das árvores de serrim e fio de sisal.</i>	31
<i>Fig. 7 - Preservação das fases dos ciclos de vida em etanol. Material para construção dos viveiros.</i>	31
<i>Fig. 8 – (A) Frascos com etanol com a preservação das fases do ciclo de vida das espécies, (B) viveiro do bicho-da-farinha e (C) viveiro da varejeira verde.</i>	32
<i>Fig. 9 – (A) preparação dos espécimes para a fixação em atano com as várias fases larvares e (B) um indivíduo adulto acabado de sofrer metamorfose.</i>	33
<i>Fig. 10 - Fases do ciclo de vida de Lucilla sp.</i>	33
<i>Fig. 11 – (A) construção antrópica em leito de cheia num rio com baixo caudal, em altura de seca; (B) construção antrópica em leito de cheia, num rio com elevado caudal, em altura de cheias.</i>	34

Fig. 12 - Gráficos que traduzem os valores registados para as proposições no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	39
Fig. 13 - Gráficos que traduzem os valores registados para as hierarquias no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	40
Fig. 14 - Gráficos que traduzem os valores registados para as ligações transversais no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	40
Fig. 15 - Gráficos que traduzem os valores registados para os exemplos no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	41
Fig. 16 - Gráficos que traduzem os valores totais em percentagem registados no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	42
Fig. 17 - Gráficos que traduzem os valores registados das proposições no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	43
Fig. 18 - Gráficos que traduzem os valores registados das hierarquias no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	44
Fig. 19 - Gráficos que traduzem os valores registados para as ligações transversais no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	45
Fig. 20 - Gráficos que traduzem os valores registados para os exemplos no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	45
Fig. 21 - Gráficos que traduzem os valores totais em percentagem registados no pré-teste (A) e nos pós-testes do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência. _____	46
Fig. 22 - Mapa de conceitos de referência sobre Ciclos de Vida. _____	53
Fig. 23 - Mapa de conceitos diagnóstico sobre Bacias Hidrográficas. _____	54
Fig. 24 - Ficha diagnóstico com questão-problema e conceitos, para os Ciclos de Vida. _____	55
Fig. 25 - Ficha diagnóstico com questão-problema e conceitos, para as Bacias Hidrográficas. _____	55
Fig. 26 - As três placas recortadas com a mesma dimensão, que resultaram do recorte de uma das placas iniciais. _____	57
Fig. 27 - Recorte do centro de uma outra placa inicial, a parte a ser recortada é a zona tracejada a vermelho. _____	57
Fig. 28 - Procedimento 6 da construção das árvores. _____	58
Fig. 29 - (A) Procedimento 7 e (B) árvore final após procedimento 8. _____	58
Fig. 30 - Apresentação final das casas _____	59

Índice de Tabelas:

Tabela 1 - Composição de alguns tipos de solo e relação com a capacidade de infiltração de água, (adaptado de Araújo, 2012) _____	22
Tabela 2 - Valores do mapa de referência nos diferentes tópicos de classificação e o valor total. _____	28
Tabela 3 - Descrição sumariada das sessões desenvolvidas no clube “Construir Ciência-do papel para a prática”. _____	30
Tabela 4 - Valores de estatística descritiva no pré-teste dos alunos do 11º A e C. _____	35
Tabela 5 - Valores de estatística descritiva do pós-teste dos alunos do 11º A e C. _____	35
Tabela 6 - Valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo para cada teste, no grupo controlo e no grupo experimental, com base no cálculo dos valores em percentagem. _____	36

Anexos:

- Anexo 1 – Mapas de conceitos de referência.
- Anexo 2 - Documentos entregues aos alunos para construção dos seus mapas de conceitos.
- Anexo 3 – Materiais e Métodos para a construção dos modelos.

I. Introdução

O ensino das ciências tem como principal objetivo, promover o desenvolvimento das competências necessárias para que, no seu futuro, os alunos sejam cidadãos intervenientes e capazes de resolverem os seus próprios problemas, nomeadamente os que envolvam conhecimentos científicos e tecnológicos.

Segundo Ausubel (1968), citado em Cachapuz, Praia e Jorge (2002), a aprendizagem de determinado conteúdo deve estabelecer inter-relações da nova informação com ideias previamente existentes no aluno, num processo de assimilação do novo conhecimento. Este processo de assimilação do conhecimento é designado aprendizagem significativa. Quando a aprendizagem significativa acontece, a nova informação é integrada na estrutura cognitiva do aluno e adquire significado, a partir da sua interação com os conhecimentos anteriores. Mas, além de aprendizagens significativas, a aprendizagem deve ter um carácter social e mediado. Segundo Vygotsky (1978), citado em Cachapuz *et al* (2002), numa perspetiva socio construtivista da aprendizagem, o confronto de ideias, a partir de um processo de interação social, gera aprendizagens cooperativas. A importância está no trabalho de grupo e nos ambientes pedagógicos, em que os alunos são estimulados a colaborar, sendo a atividade do sujeito fundamental no processo de ensino-aprendizagem.

Assim sendo, este trabalho visa desenvolver estratégias didáticas, nomeadamente o recurso ao uso de modelos, com o objetivo de envolver os alunos em atividades que permitam a construção do conhecimento científico e o desenvolvimento de capacidades e competências. A aprendizagem com recurso aos modelos didáticos estimula o aluno a aprender ciência e tecnologia, aprender sobre ciência e tecnologia, fazer ciência e tecnologia, inseridas em epistemologias socio construtivistas da aprendizagem (Hodson, 2003; Justi, 2006). A utilização de modelos como recurso didático tem como objetivo incentivar a aprendizagem autónoma, desenvolver a interação entre alunos e entre estes e o professor, através do debate de ideias, argumentação e confronto de opiniões. Segundo Morrison e Morgan (1999) o processo de construção dos modelos implica uma aprendizagem dos conteúdos, pois são construídos com base nos mesmos e, ao mesmo tempo, funcionam como ferramenta de investigação. Ainda segundo Hodson (2003), os modelos, no ensino das ciências, tem como as principais finalidades aprender ciência, aprender sobre ciência e aprender a fazer ciência.

A utilização de modelos será orientada pelos alunos estagiários no clube *Lugar da Ciência*, o clube de ciência da escola. Todos os alunos das turmas A e C, do 11º A e C da Escola Secundária Aurélia de Sousa foram convidados a aderir ao projeto “*Construir Ciência – do papel para a prática*”. O modelo aplicado no tema “Ciclos de vida” trata-se de um modelo análogo pois respeita todos os fatores inerentes ao espaço natural, como as condições de velocidade, tempo e espaço. O modelo utilizado neste estudo para o tema “Bacias Hidrográficas”, é um modelo didático, mas que estabelece analogias, utilizando elementos naturais como a areia e a água.

A finalidade desta investigação é promover o recurso ao uso de modelos no ensino das ciências. Pretende-se ainda que este projeto científico-didático seja potenciador de desenvolvimento profissional, no âmbito do ensino da Biologia e da Geologia.

O problema geral desta investigação é avaliar se o recurso a animais modelo e à modelação será potenciador de uma aprendizagem significativa nos alunos.

O estudo efetuado pode ser classificado quanto ao método como uma mistura de métodos. Iniciando-se por um estudo quási-experimental, uma vez que não foi possível a seleção aleatória dos sujeitos, na medida em que se foi aplicado a turmas previamente constituídas, nomeadamente as turmas do 11º A e C da Escola Secundária Aurélia de Sousa, seguido de uma análise qualitativa dos testes. O plano quási-experimental está dividido em dois grupos, um de controlo, constituído por uma amostra de quarenta alunos e um experimental com o mesmo número de alunos. O plano do estudo é do tipo pré-teste-pós-teste e grupo de controlo, sendo o grupo experimental constituído por alunos que participaram no clube e o grupo controlo por alunos que não frequentaram o clube. Os testes foram aplicados sob a forma de mapas conceituais e a hipótese desta investigação é a seguinte:

- ✓ H1: O recurso a modelos no ensino das ciências contribui para uma aprendizagem significativa dos conteúdos.

Os temas abordados inseriam-se nos conteúdos programáticos relativos aos Ciclos de Vida (inseridos na Unidade 6: Reprodução) e às Bacias Hidrográficas (incluídas no Tema IV: Geologia, problemas e materiais do quotidiano), do Programa de Biologia e Geologia de 11º ano (Mendes *et al*, 2003).

1. Perspetiva de ensino

A utilização de modelos como ferramenta para o ensino das ciências, assenta numa perspetiva socio-construtivista da aprendizagem, nomeadamente no *inquiry based teaching*, isto é, ensino orientado para a investigação.

O *inquiry* da perspetiva do docente significa incentivar os alunos a investigar sobre temas do seu interesse, desenvolvendo o raciocínio científico. Da perspetiva do aluno, significa experimentação, mesmo que implique o apoio do professor. Aprender ciências através do *inquiry* permite que os alunos formulem questões e procurem possíveis explicações para responder a questões-problema. Dow *et al* (pp.14, 2000) citam «“O *inquiry* é um “estado de espírito” (...). A maioria das crianças são naturalmente curiosas. (...) Mas se os adultos repudiam as suas questões incessantes considerando-as como “tolas” ou desinteressantes, os estudantes tendem a perder este dom da curiosidade”.».

O mesmo autor sugere ainda que a utilização desta perspetiva na sala de aula requer que os alunos sejam capazes de realizar observações, formular questões, recolher evidências, formular explicações e finalmente comunicar as respostas às questões levantadas.

A utilização do *inquiry* na sala de aula pode ser diversificada, depende dos diferentes domínios científicos abordados e implica a utilização de diferentes metodologias ou o uso de diferentes recursos didáticos. O aluno pode, por exemplo: observar e descrever objetos, organismos ou eventos; recolher organismos e observar e registar e descrever o espécime; realizar atividades práticas; procurar informação sobre determinado tema; ou construir modelos. O professor pode avaliar o aluno através da sua capacidade de análise de factos ou dados, ou através de descrições e explicações de um determinado fenómeno e as conclusões retiradas através do recurso aos modelos (Dow *et al*, 2000).

2. Recurso a modelos no Ensino das Ciências

Segundo o quadro de classificação de estratégias de ensino, a utilização de modelos permite uma simulação da realidade (Vieira & Vieira, 2005).

A utilização de modelos é uma importante etapa para a aprendizagem das ciências (Del Re, 2000). Os modelos funcionam como a ponte entre as teorias científicas e a realidade (Gilbert, 2004). As analogias funcionam como estratégias fundamentais no ensino e permitem construir, ilustrar ou compreender um determinado domínio científico a partir de um domínio análogo (Bozelli & Nardi, 2005). Sendo a aprendizagem um processo individual de construção de saberes, a utilização de analogias torna-se uma ferramenta muito útil para a reestruturação dos processos de assimilação do conhecimento (Bolacha, Moita de Deus, Caranova, Silva, Costa, Vicente & Fonseca, 2006).

Nas ciências os modelos podem ser desenhos, maquetes, simulações e analogias. Não importa qual o tipo de modelos, a sua utilização é importante e relevante para a aprendizagem das ciências (Rosária, 2006).

É preciso, contudo, distinguir entre modelos análogos, modelos didáticos/pedagógicos e modelação. Segundo Álvarez e Torre (1996), os modelos análogos pretendem representar processos ou fenómenos naturais, em contextos espaciais e temporais reduzidos e condições físicas e químicas análogas às reais. Na realidade, podemos afirmar que os modelos análogos são verdadeiros modelos científicos, isto é, são aceites pela comunidade científica e contêm uma articulação de um grande número de hipóteses relativas a determinado campo problemático da realidade. São modelos mediadores da teoria e com interpretação empírica (Silva & Núñez, 2007). Krapas, Queiroz, Colinvaux, e Franco (1997), numa compilação de vários autores descrevem os modelos pedagógicos como modelos construídos com o propósito de promover a educação, incluindo os processos de mediação didática, ou seja, os processos de transformação de conhecimento científico em conhecimento escolar. O mesmo autor descreve modelação como a própria construção do modelo, que tem como objetivo o ensino das ciências. Estes modelos, são criados para ensinar aos estudantes os modelos científicos, ou seja, podem não ser os modelos utilizados pelos próprios cientistas para explicar o fenómeno (Silva & Núñez, 2007).

No entanto, apesar das teorias científicas serem representadas por modelos, como o modelo da estrutura interna da terra ou o modelo da célula, com o objetivo de tornar as

aprendizagens mais eficientes, é necessário ter em conta que os modelos conceituais usados no ensino das ciências nem sempre são reproduções reais das teorias ou fenómenos, nem os próprios modelos mentais criados pela estrutura cognitiva dos alunos são cópias exatas dos modelos conceituais e, muitas vezes, o processo de modelação não consegue ficar representado na estrutura cognitiva do aluno. De facto, os alunos, com o objetivo de compreender melhor os fenómenos que ocorrem à sua volta, constroem representações internas, chamadas de modelos mentais. No entanto, estes modelos são incompletos, qualitativos e não são consistentes com os aceites cientificamente. Quando os alunos são expostos, pela primeira vez na sala de aula, aos modelos conceituais, têm duas possibilidades de ação: interpretarem o novo modelo de acordo com os modelos mentais que já adquiriram, originando modelos híbridos; memorizar a nova informação, sem criar qualquer relação cognitiva com os seus modelos mentais; ou, a melhor das opções, construir um novo modelo mental que tem em conta aquele que o aluno possuía anteriormente e os novos conteúdos (Greca & Moreira, 2010). Para Greca e Moreira (2010), a modelação decorre, neste contexto, como o processo que facilita a construção destes últimos modelos mentais, que incluem a compreensão dos modelos conceituais apresentados.

A construção de modelos na sala de aula surge como um tipo de trabalho prático/experimental, na medida em que o trabalho prático envolve, segundo Fonseca, Barreiras e Vasconcelos (2005), atividades realizadas pelos alunos na sala de aula; estas incluem observações, demonstrações e experiências laboratoriais ou investigações, sempre com a intervenção do professor. Pretende-se ainda, com estas atividades, despertar o interesse pelos alunos pelos conteúdos programáticos e aproximá-los dos problemas do quotidiano, no sentido de aplicarem esses novos conhecimentos na realidade social envolvente, sempre com uma perspetiva socio-construtivista e no sentido de obterem aprendizagens significativas. Segundo Jackson, Dukerich, e Hestenes (2008), os modelos atuam como organizadores e estruturadores do conhecimento científico e asseguram a explicação simplificada dos fenómenos, envolvendo os alunos em trabalho colaborativo, onde são estimulados a recolher, organizar e analisar informação para o desenvolvimento do modelo.

Neste sentido, são diversos os autores que defendem a aplicação dos modelos/modelação no currículo do ensino das ciências. Gilbert (2004) propõe que os currículos devam permitir aos alunos testar os seus modelos e melhorá-los. Segundo Jackson *et al* (2008), o ciclo de aplicação de modelos nas salas de aula inicia-se com a simulação e posterior discussão de uma questão-problema pelos alunos. De seguida, em pequenos grupos, os alunos estabeleceriam trabalho colaborativo, planeando e conduzindo experiências para responder à questão-problema. Posteriormente os alunos apresentam e clarificam as suas conclusões de forma oral ou escrita. Jackson *et al* (2008) afirmam ainda que a utilização de modelos no ensino das ciências, deve seguir uma aprendizagem baseada numa investigações/inquérito (*inquiry*), isto é, promover o

questionamento na sala de aula, a formulação de hipóteses, e a procura de resposta às questões-problema, discutindo e argumentando.

Neste contexto, torna-se necessário que os professores compreendam a natureza da utilização dos modelos nas salas de aula (Driel & Verloop, 2002; Justi & Gilbert, 2002). Driel e Verloop (1999) consideram que se deve investir na formação de professores, provendo-os dos materiais educativos necessários à construção dos modelos nas suas salas de aula, incentivando-os a documentar e refletir sobre as suas experiências, tornando a utilização dos modelos mais significativa.

São vários os estudos realizados que abordam a eficácia do uso de modelos no ensino da Biologia e Geologia (Bolacha *et al*, 2006, Shim & Malacinski, 2011). Contudo, este tipo de metodologia de ensino, apesar de referida em alguns casos no programa do Ministério da Educação (Mendes *et al*, 2003) para a disciplina, não é utilizada pela maioria dos professores de ciências, uma vez que o programa é extenso e tem de ser lecionado num curto espaço de tempo.

A utilização de modelos pedagógicos estimula a criação de modelos mentais, dado que o aluno passa a reconhecer nos modelos simulados a primeira instância de representação da realidade. Neste sentido, o sujeito apercebe-se de uma representação da realidade, e formula a sua própria, ajustando-a à realidade em simulação (Giordan, 1999).

É importantes referir ainda que os modelos utilizados têm uma base empírica, ou como nos diz Ogborn (1997), de revelação imediata da realidade, contrária à observação passiva do aluno e promovendo a ação ativa. Citando Pietrocola (1999; pág 1), «Atualmente, até o mais empiricista dos filósofos concordaria que nenhum conhecimento válido poderia ser produzido sem um grande investimento individual em termos de ações.».

Os modelos utilizados nesta investigação foram, para a componente de biologia, um modelo análogo, uma vez que utilizou as condições análogas às condições naturais, com recurso a seres vivos. O modelo construído para a componente de geologia tratou-se de um modelo didático de simulação, mas que no entanto apresentava condições análogas às reais, uma vez foram utilizados elementos naturais como a água e os sedimentos.

2.1. Organismos modelo

Os organismos modelo são usados no ensino das ciências para explicar conteúdos diversificados, que vão desde a fisiologia à genética (Bolker, 1995; Coradassi, Coradassi, Guimarães, Minini, e Horst, 2009).

Estes organismos caracterizam-se por possuírem um desenvolvimento rápido e ciclos de vida curtos, tamanho pequeno em fase adulta, sendo fáceis de adquirir e de manipular. Todos estes critérios, que caracterizam um animal modelo, são cruciais quando o objetivo é adotá-los nas escolas, cujos laboratórios possuem poucas condições para manter organismos com ciclos de vida com muitas especificidades (Andrade, Pinto & Oliveira, 2002; Griffiths, Wessler, Lewontin, Gelbart, Suzuki, & Miller, 2000). Segundo Griffiths *et al* (2000), os organismos modelo podem ser vírus, procariontas e eucariotas, como por exemplo a *Drosophila melanogaster*.

Entre as inúmeras vantagens relativas à utilização de organismos modelo no ensino das ciências, podemos referir que cativam a atenção, levam os alunos para a realidade fora dos livros e das plataformas digitais, e envolvem os alunos em atividades práticas, promovendo assim o trabalho prático e todas as vantagens que ele acarreta (*WormClassroom*, 2014; Kramer, 1986).

II. Enquadramento das Temáticas

O enquadramento das temáticas inclui o enquadramento curricular e revisão de literatura, para ambas as componentes de biologia e geologia.

1. Enquadramento Curricular:

Este tem como base os conteúdos propostos no programa do Ministério da Educação (Mendes *et al*, 2003) para a disciplina de Biologia e Geologia 11^o, do Curso científico-humanístico de Ciências e Tecnologias, sobre “Ciclos de Vida” e “Bacias Hidrográficas”

Ciclos de Vida

Propõe-se como modelos duas espécies de insetos, *Lucilla sp.* e *Tenebrius molitor*, com vista à lecionação da temática sobre ciclos de vida. Com estas duas espécies foram feitas duas abordagens complementares; uma primeira consistiu na preparação de viveiros com condições para o desenvolvimento dos ciclos de vida das duas espécies de insetos; e uma segunda na conservação de exemplares das duas espécies nas diferentes fases do seu ciclo de vida.

Programa de Biologia e Geologia 11^o segundo a emenda nº1/2007 de 11 de julho.

Relativamente aos ciclos de vida, o programa sugere que se abordem os diferentes tipos de ciclos de vida dos organismos, bem como da diversidade de estratégias encontradas para assegurar a reprodução, de acordo com os desafios que o meio lhes impõe.

O programa está dividido em temas, segundo uma hierarquia que vai do geral para o específico. O grande tema geral é “A Vida e os Seres Vivos”. Este tema remete, por sua vez, para a questão “Como explicar a grande diversidade de seres vivos na natureza?”. Relativamente a esta questão, surgem vários subtemas. O subtema “Os Ciclos de Vida” está incluído na Unidade 6, “Reprodução”, apresentando como questões centrais as seguintes: “Que processos são responsáveis pela unidade e variabilidade celular?”; “Como explicam o crescimento dos seres vivos?” e “Reprodução e variabilidade, que relação?”.

As sugestões metodológicas propostas para a abordagem do tema nesta unidade prendem-se com a seleção de ciclos de vida simples, de seres conhecidos dos alunos (já estudados ou de habitats característicos da zona onde a escola se insere). O professor deverá selecionar, construir e/ou adaptar documentos apropriados aos seus alunos, nos quais os ciclos de vida sejam apresentados de modo simplificado, no que respeita à identificação de estruturas

morfológicas. O objetivo é permitir que os alunos reconheçam os processos de reprodução em jogo, identifiquem as células reprodutoras (gâmetas e/ou esporos) e localizem meiose e fecundação (caso existam), de modo a comparar a extensão das diferentes fases nucleares nos ciclos de vida em estudo.

As espécies que propomos que sejam utilizadas foram selecionadas no sentido de seguir o programa adotado pelo Ministério da Educação (Mendes *et al.*, 2003) e as propostas de metodologia que apresenta, nomeadamente no que concerne à seleção de ciclos de vida simples e de seres conhecidos dos alunos. Os ciclos de vida das espécies selecionadas estão descritos no desenvolvimento da literatura.

Bacias Hidrográficas

No âmbito do ramo científico da Geologia será construído um modelo de uma Bacia Hidrográfica, com o principal objetivo de avaliar os riscos da construção antrópica em leitos de cheia.

Relativamente ao programa, o conteúdo abordado assenta no Tema IV – Geologia, problemas e materiais do quotidiano; 1. Ocupação antrópica e problemas de ordenamento; 1.1. Bacias hidrográficas.

Os objetivos didáticos que o programa refere, que incluem o conteúdo abordado, baseiam-se na análise de situações-problema relacionadas com aspetos de ordenamento do território. Colocando ainda algumas questões que têm em conta as inundações em meio fluvial e a influência humana. O programa propõe ainda a criação de modelos e elaboração de simulações, enfatizando a importância de o professor chamar a atenção dos alunos para o facto de que os modelos servem como analogias, e que os processos geológicos ocorrem em diferentes espaços e escalas temporais. Os conteúdos abordados no projeto serão relativos aos conceitos “bacias hidrográficas”, “rede hidrográfica”, “leito”, “leito de cheia”, “perfil transversal”, “ordenamento do território” e “risco geológico”.

2. Enquadramento Científico

De seguida será desenvolvido o conteúdo científico relativo aos ciclos de vida e às bacias hidrográficas, respetivamente.

Ciclos de vida

O conteúdo exposto de seguida tem como base a fundamentação científica da abordagem proposta para o tema “Ciclos de Vida”. Serão descritos os vários tipos de metamorfose que podemos encontrar nas diversas espécies de insetos, especificando posteriormente as fases dos ciclos de vida das espécies escolhidas para o desenvolvimento do projeto.

Ciclos de vida dos insetos

O desenvolvimento dos insetos inicia-se no ovo e termina no estado adulto, havendo vários caminhos possíveis para esse processo. Alguns insetos apresentam um ciclo de desenvolvimento

simples, mas outros, a maioria, apresentam processos de desenvolvimento mais complexos, passando por um processo a que chamamos metamorfose.

O desenvolvimento direto, o mais simples, ocorre apenas em alguns insetos, maioritariamente insetos primitivos que não possuem asas. Neste tipo de ciclo de vida os juvenis são muito semelhantes aos adultos, exceto no tamanho e maturidade sexual. Os estádios identificados neste tipo de desenvolvimento são o ovo, o juvenil e o adulto.

O desenvolvimento hemimetabólico (*hemi*, metade, + *met-abole*, mudança) é um dos tipos de desenvolvimento mais complexo, envolvendo uma metamorfoses que se considera incompleta. Os estádios que caracterizam a metamorfose incompleta são o ovo, a ninfa, eventualmente com diferentes graus de desenvolvimento, e o adulto. Durante os vários estádios de ninfa as asas desenvolvem-se, começando por ter a forma de gomos, mas aumentando o seu tamanho à medida que o organismo cresce, até se tornar adulto. Este tipo de desenvolvimento ocorre em insetos como gafanhotos, cigarras, louva-deus e libelinhas.

A metamorfose completa, ou ciclo holometabólico (*holo*, completa, + *met-abole*, mudança), corresponde ao tipo de metamorfose de cerca de 88% dos insetos. Os estádios que caracterizam o desenvolvimento holometabólico dos insetos são ovo, larva (com diferentes estádios), pupa e adulto (Hickman, Roberts, Keen, Larson, l'Anson & Eisenhour, 2008).

Este tipo de metamorfose separa os processos fisiológicos de crescimento dos processos de diferenciação e reprodução. Na realidade, cada estágio funciona sem competir com os outros estádios. O estágio larvar requer ambientes e tipos de alimentação muito diferentes do adulto. As larvas, vermiformes, também conhecidas por lagartas, transformam-se, após pasarem por uma série de estádios de crescimento, em pupas das quais ecloridá o inseto adulto.

O ciclo de vida de Lucilla sp.

Os Dípteros (Ordem Diptera – *di*, duas, + *pteron*, asas) são caracterizados por possuírem apenas um par de asa membranosas e esguias. As asas posteriores são reduzidas, tendo-se transformando em halteres, que lhes permitem obter equilíbrio no voo. Apresentam, usualmente, cavidades bucais adaptadas para a sucção ou perfuração. As larvas caracterizam-se por não possuírem apêndices locomotores. A ordem Díptera é uma das ordens com maior número de espécies do planeta, podendo as suas espécies ser encontrados nas habitações de áreas urbanas ou rurais com grande abundância. São exemplos a mosca-da-fruta, a mosca-comum e o mosquito, entre outros. (Hickman *et al.*, 2008; Keiding, 1986).

A família Calliphoridae é uma das maiores da ordem Diptera e inclui vários géneros, entre os quais as varejeiras-verdes, do género *Lucilla sp.* (Centeio, 2011)

A figura 1 (a) ilustra o ciclo de vida de um Diptera, que tem um ciclo holometabólico (ovo, larva, pupa e adulto) que dura cerca de 14 dias.

O ovo, cuja cor varia entre branco opaco e creme, tem uma forma cilíndrica e alongada e mede cerca de 1-1,2 mm. Os ovos são depositados pela fêmea em matéria sólida em putrefação e o tempo até à eclosão depende da temperatura (6 a 8 horas a 35 °C, ou 16 a 24 horas a 18 °C).

Os estádios larvares, três, são diferenciados pelo comprimento da larva. No primeiro estádio a larva mede cerca de 4 a 6 mm, 6 a 9 mm no segundo e aproximadamente 15,1 mm no terceiro estádio. Nos dois primeiros estádios e durante o início do terceiro, as larvas são translúcidas, tornando-se brancas ou amareladas posteriormente. Este último estádio pode também ser designado de pré-pupa. Durante a fase larvar (aproximadamente 7 dias) é possível observar uma boca, duas placas esclerotizadas na parte posterior e um par de espiráculos que permitem a entrada do oxigénio. Durante os estádios I, II e início do III a larva alimenta-se dos produtos de decomposição de leveduras e bactérias. Na fase mais avançada do estádio III, a larva inicia a transformação em pupa, sendo a temperatura ideal para esta fase de 15° a 20°C.

Quando a larva está pronta para se transformar em pupa, a sua pele começa a contrair-se e toma a forma de um casulo cilíndrico, que é amarelo pelas duas primeiras horas e torna-se gradualmente negro com o tempo (esta fase dura em média um dia). Posteriormente sai do casulo a mosca no seu estádio adulto de cor cinzento claro.

Desde a emergência até à fase adulta final, em que a mosca já é capaz de voar, decorrem algumas horas.

Relativamente à alimentação, a mosca alimenta-se de todos os tipos de comida, desde lixo humano, excrementos ou restos em decomposição. Através de antenas recetoras e dos odores as moscas são capazes de detetar alimentos em estado de fermentação e/ou putrefação (Hickman et al., 2008; Keiding, 1986).

Fases do ciclo de vida de Tenebrio molitor

A ordem Coleoptera (*coleo*, revestimento, + *pteron*, asas) caracteriza-se por possuir par de asas rígidas, quitinosas, designadas élitros, que servem de revestimento a um par de asas frágeis, membranosas. É também característico da ordem possuírem peças bucais destinadas a cortar e a triturar. Trata-se da maior ordem de insetos, contendo cerca de 250000 espécies registadas. Esta ordem inclui os escaravelhos, pirilampos e besouros

O Bicho-da-farinha, *Tenebrio molitor*, é um inseto da ordem Coleoptera e da família Tenebrionidae que pode ser encontrada um pouco por todo o mundo. Durante a primeira fase larvar, a espécie tem uma cor amarelada e é reconhecida por ser uma praga em celeiros, moinhos e outros locais de alimentação humana.

O ciclo de vida dos coleópteros (fig.1 (b)) passa por uma metamorfose completa, com cerca de 4 fases distintas. O primeiro estádio é o ovo, que apresenta cor branca, uma forma semelhante a um feijão e tem cerca de 1,25 mm de comprimento. Cada fêmea pode pôr cerca de 250 a 1000 ovos. Após uma a duas semanas o ovo eclode e a larva vai, por sua vez, sofrer cerca de 9 a 20 mudas, até medir cerca 25 mm, num processo que pode demorar 6 a 9 meses e geralmente ocorre durante o inverno. As larvas passam de brancas a amareladas-acastanhadas com o tempo.

Quando as larvas estão prontas para se transformarem em pupas, passam por um estágio intermédio, pré-pupa. No estado inicial, as pupas medem cerca de 15 mm de comprimento, 5 mm de largura e são brancas, passando gradualmente a amarelas-acastanhadas. Quando já são pupas, os bichos-da-farinha, medem 5 a 7,5 cm e mudam da cor amarelada para preto. A duração da passagem de pupa para adulto depende da temperatura, e pode demorar de 3 até 30 dias. A sua esperança média de vida é de 3 a 5 meses.

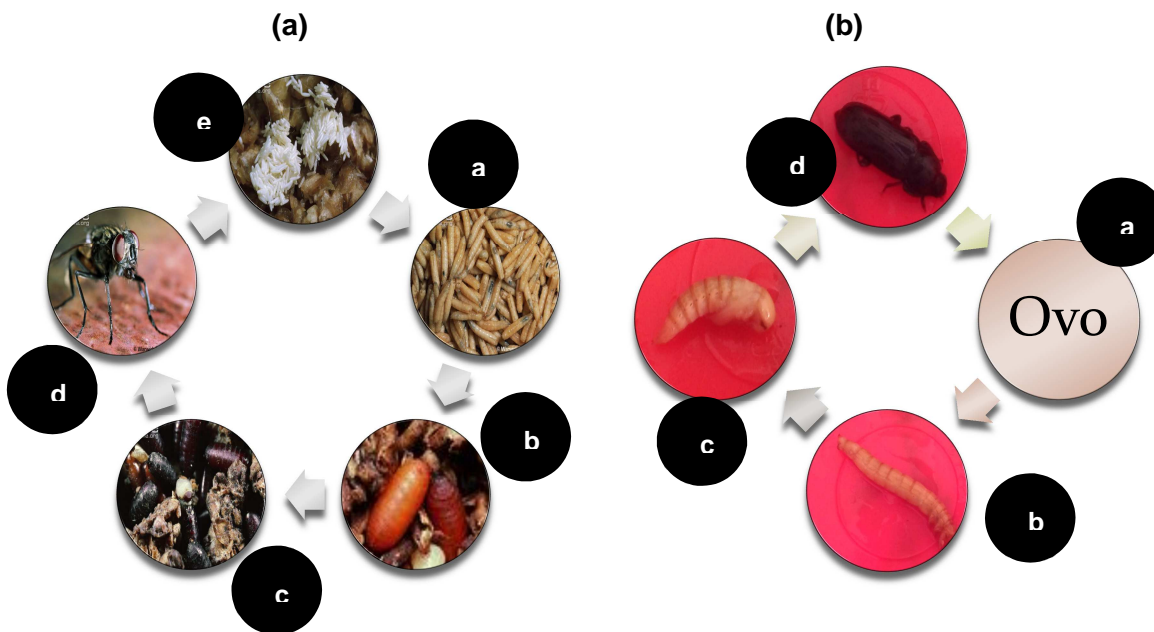


Fig. 1 - (a) Diferentes estádios do ciclo de vida da mosca. (Adaptado de Arkive, 2013) onde: a. Ovo. b. Larva. c. Pré-pupa. d. Pupa. e. Adulto; (b) Diferentes estádios do ciclo de vida *Tenebrio molitor* onde: a. Ovo, b. Larva, c. Pupa; d. Adulto.

Relativamente à alimentação, o bicho-da-farinha, como o próprio nome indica, alimenta-se de farelo de trigo, farinha de milho e/ou flocos de aveia, tendo estes de permanecer em locais secos (Melms, 2010; Singh, 1975).

Bacias Hidrográficas

Serão inicialmente enunciados os possíveis riscos que advém da construção em leitos de cheia e a possível mitigação dos mesmos. Posteriormente serão descritas as características geomorfológicas das bacias hidrográficas.

Os riscos da construção em leitos de cheia

Os riscos podem ser de natureza voluntária ou involuntária, no entanto, na maioria dos riscos ambas as partes colaboram. A maior parte dos riscos ambientais têm uma componente natural e uma humana, que interagem entre si.

Os processos naturais que dão origem a riscos, põem em causa a vida humana e/ou aos seus bens materiais. Os principais riscos naturais podem ser divididos em riscos geológicos, riscos climáticos e os riscos biológicos. Os riscos que se enquadram no âmbito deste trabalho são

os riscos climáticos, mais especificamente, os riscos de inundação/ hidrológicos, que se relacionam com os riscos de sedimentação e erosão e que estão, por sua vez dependentes dos eventos climáticos que ocorrem naquele determinado local (Rebelo, 2003; Oliveira, 2005).

Em Portugal são inerentes os riscos climáticos, pois trata-se de um país com um clima de base mediterrânea e com grande influência oceânica. Uma das principais características do clima é o facto de ser muito inconstante, com invernos extremamente pluviosos (Rebelo, 2003).

A precipitação intensa é um dos principais eventos climáticos que podem dar origem ao risco de inundações. Apesar de sazonais, as cheias são muito difíceis de prever a longo prazo. As chuvas intensas (elevada quantidade de precipitação, num curto espaço de tempo), que são comuns no Norte de Portugal, são os principais fatores que podem vir a provocar inundações (Oliveira, 2005). No entanto, tanto a ação humana, como a cobertura do solo, a sua impermeabilidade/permeabilidade, a vegetação, a estrutura da bacia e a rede de drenagem também aumentam os riscos de inundação/ cheia.

Todos os grandes rios portugueses apresentam históricos de cheias com graves prejuízos para a comunidade antrópica envolvente ao leito.

A intervenção antrópica sobre os ecossistemas naturais decorre quer da ocupação, apropriação e transformação do espaço, quer da utilização e exploração dos recursos naturais. O Homem é um interveniente determinante na atual na modificação de qualquer paisagem, podendo a sua ação alterar o ritmo e o modo de atuação dos processos geomorfológicos envolventes – "o homem é um agente modelador de paisagem" (Pedrosa, 2006).

O "preenchimento" dos rios por barragens, em Portugal, decorre da necessidade das grandes empresas para a produção de energia hidroelétrica, ou seja, não previne a ocorrência de cheias no território. Tanto o Douro como o Tejo, apesar da quantidade de barragens que contêm, não deixam de provocar violentas inundações, ao contrário de Coimbra, cujas cheias diminuíram na cidade com a construção de barragens e açudes-ponte, mas passaram a inundar os campos a jusante das construções, pois a população começou a ocupar os terrenos aluviais. A inundação dos campos, ruas e cidades destrói margens de ruas e cidades, sendo a erosão agravada com o recuo das águas (Rebelo, 2003).

Para além da ocupação antrópica, o tipo de solo também agrava as consequências para a população. Por exemplo, o facto de a argila ser uma rocha impermeável/ reduzida porosidade espacial (espaço entre as partículas do solo e depende tanto da textura como da estrutura do solo (Ball, 2001) (tabela 3) pode ser um fator determinante na instabilidade do meio natural. A infiltração define-se como sendo a movimentação da água para dentro do solo por ação da gravidade e pelo potencial capilar. A capacidade de infiltração de água no solo é limitada, por isso, assim que esse valor é atingido, passa a ocorrer escoamento superficial. A porosidade espacial do solo, é fundamental para o armazenamento da água resultante da precipitação. Quanto maior for a porosidade espacial do solo, maior é a sua capacidade de armazenamento e menor a probabilidade de escoamento, que pode dar origem a cheias (Araújo, 2012).

Assim, o levantamento dos tipos de rochas existentes no local de risco geológico é fundamental para o ordenamento do território e para implementar medidas de prevenção adequadas ao risco climático inerente.

Tabela 1 - Composição de alguns tipos de solo e relação com a capacidade de infiltração de água, (adaptado de Araújo, 2012)

Tipo de Solo	Capacidade de infiltração
Areias profundas e solos agregados	Maior
Solos franco-arenosos	↑
Solos franco-argilosos, franco-arenosos pouco profundos, solos com baixos teores em matéria orgânica e elevado teor em argilas	
Solos com grande percentagem de matérias expansíveis, argilas pesadas e alguns solos salinos	Menor

Impactos das barragens ao nível das cheias

As irregularidades dos rios levam à construção de barragens. Por exemplo, no rio Tejo, até à data da investigação, constavam 140 barragens desde Espanha até Portugal. A construção das barragens permite a redução dos caudais dos rios e portanto a diminuição das cheias (Ramos & Reis, 2001). No entanto, a instalação de uma barragem no curso de um rio altera o ambiente sedimentar e morfológico deste (Ribeiro, 2009). A nível sedimentar, a construção de barragens provoca, de forma indireta, a erosão da linha de costa, por redução da alimentação de areias, sendo este um dos impactes nefastos da construção de uma barragem. Para compreender a influência da barragem a nível sedimentar, é necessário observar os efeitos a montante e a jusante, nomeadamente durante e após uma cheia. A maior parte do transporte sedimentar ocorre durante uma cheia, altura em que estão disponíveis maiores caudais, e consequentemente existe uma maior capacidade de transporte. A partir do momento em que a função da barragem seja a de controlar cheias, conclui-se que a sua construção influencia o transporte sedimentar. (Ribeiro, 2009). Outro dos efeitos que decorre da construção de uma barragem resulta na criação de um reservatório a montante desta, que provoca a redução da velocidade do escoamento e consequente deposição de carga sólida, provocando também um processo de redução de carga sólida para jusante (Coelho, 2008).

O tipo de barragem instalada no curso de um rio influencia de forma direta o regime hidrológico e consequentemente o transporte sólido fluvial. As barragens a fio de água localizam-se normalmente em cursos de água de declive pouco acentuado, e em que os caudais disponíveis são elevados (Azevedo, 2007). As albufeiras têm como objetivos a irrigação, o abastecimento para consumo industrial e humano, a produção de energia elétrica e até a navegação.

A construção de uma barragem cria um reservatório a montante desta, aumentando a secção transversal do curso de água. De acordo com a equação da continuidade, o aumento da secção para um mesmo caudal traduz-se na redução da velocidade do escoamento. Sabendo que o transporte sólido total é proporcional à velocidade do escoamento, tem-se que, com a redução

da velocidade reduz-se também o caudal sólido transportado, concluindo-se assim que há deposição de carga sólida a montante da barragem (Ribeiro, 2009).

A maior parte do transporte sedimentar ocorre em tempo de grandes chuvadas, uma vez que, é grande o volume de água e o escoamento dá-se a uma velocidade superior à velocidade normal do rio. O facto de se construírem diversas barragens no mesmo sistema fluvial, contribui para que deixem de ocorrer correntes torrenciais, as quais permitiam efetuar a limpeza dos sedimentos acumulados a montante de uma barragem (Oliveira, 2005).

Apesar da construção das barragens, quando ocorrem chuvadas contínuas, e nas quais a barragem deixa de conseguir suportar a grande massa de água, e devido à falta de coordenação entre as autoridades espanholas e portuguesas, as cheias acontecem. Muitas vezes ocorrem na planície aluvial e outras vezes passam a inundar as zonas junto aos efluentes dos rios (Ribeiro, 2009).

Características geomorfológicas das bacias hidrográficas

As características geomorfológicas das bacias hidrográficas condicionam significativamente a probabilidade de ocorrência de cheias/inundações, pois, parte do resultado da precipitação vai infiltrar-se no solo e outra parte vai escorrer superficialmente. Algumas das características principais das bacias hidrográficas, encontram-se na figura 2. O leito maior, também designado leito de cheia ou de inundação, corresponde à totalidade do vale fluvial, incluindo assim o nível de cheia do vale fluvial. O leito de cheia é sempre dependente do leito normal (leito menor), que por sua vez corresponde ao leito do rio. Neste último, encontra-se o canal de estiagem, que corresponde ao canal de escoamento da água durante a época seca do ano. Durante os períodos de cheia, o transporte de partículas em suspensão é muito elevado, e provoca erosão nas margens e no fundo do rio. No entanto, é durante a época mais seca do ano, em que o rio apresenta menos velocidade de corrente, que o material em suspensão se deposita, e, conforme a porosidade do material, vai ter influencia ou não, nas cheias em períodos de intensa precipitação (Azevedo, 2007).

Quando o volume da água ultrapassa o nível de estiagem ocorre inundação das margens do rio, que podem, conforme a ocupação antrópica existente, levar à inundação de pontes, edifícios públicos e habitações. Estas inundações podem ser agravadas de acordo com a permeabilidade do solo e o declive da área topográfica.

A permeabilidade do solo, ou seja, movimento do ar e da água através do solo (Ball, 2001), é um fator condicionante do risco de cheia, pois, depende da vegetação existente e da porosidade eficaz da rocha (teor em água móvel num qualquer material (Taveira, 1949). A resistência do solo à penetração fornece-nos indicações importantes sobre as características do solo que influenciam a capacidade de infiltração.



Fig. 2 - Setores de um curso de água (adaptado de Azevedo, 2007).

Neste sentido, torna-se importante o conceito de ordenamento do território, ou seja, o planeamento e utilização de intervenções mais sustentáveis, integradas, estratégicas e flexíveis, assentes em princípios de gestão territorial. As barragens, que são medidas estratégicas de ordenamento do território, têm como um dos objetivos a mitigação de riscos de inundações, funcionando como uma medida para promover a drenagem das águas se escorrência. Constituem assim, uma solução de grande dimensão espacial, pois, têm como objetivo reter a água em excesso, a fim de evitar inundações a jusante (Teixeira, 2005).

III. Metodologia da Investigação

Este capítulo dedica-se a descrever a natureza da investigação, o problema da investigação, objetivos e hipótese da mesma.

3.1. Natureza da investigação

A seguinte investigação é de natureza quasi-experimental. Este tipo de estudos visam avaliar as intervenções sem a utilização de aleatoriedade de amostras. Estes estudos têm como principal função demonstrar a relação entre uma intervenção e um determinado resultado. O método utilizado neste estudo é designado por pré-pós intervenção (O1 X O2), onde (O1) significa a aplicação de um pré-teste, (X) a intervenção e (O2) o pós-teste (Harrys *et all.*, 2006).

O principal objetivo desta investigação foi promover a alteração de uma variável – nomeadamente da variável independente e observar o efeito dessa mudança numa variável dependente. Neste caso, podemos considerar que a variável independente foi a participação no clube “*Construir Ciência – do papel para a prática*” e a dependente o facto de os alunos obterem aprendizagens significativas dos conteúdos abordados devido ao recurso aos modelos.

Este estudo apresenta ainda, um grupo de controlo não equivalente, isto é, a seleção dos alunos não foi aleatória, uma vez que as turmas já estavam previamente constituídas. Os estudos

quasi-experimentais caracterizam-se também por não necessitarem de longos períodos de observação e recolha de dados, o que sucedeu, na medida em que a duração do clube foi de apenas 12 sessões de 45 minutos cada (Gonçalves & Nunes, 2005).

São várias as possíveis ameaças à validade interna destes tipos de estudo, sendo a mais relevante para este estudo a seleção artificial dos sujeitos, uma vez que normalmente os melhores alunos são aqueles que participam em atividades extracurriculares, levando a que os seus testes possuam melhores resultados que o grupo de controlo (Harrys *et all.*, 2006).

Como se trata de um estudo quase experimental, e não sendo a amostra aleatória, não é possível proceder a generalizações, permitindo apenas levantar questões pertinentes que futuramente poderão ser analisadas mais aprofundadamente.

3.2. Problema da Investigação

A finalidade desta investigação é promover o recurso a animais modelo e à modelação no ensino das ciências. Pretende-se, também, que este projeto científico-didático seja potenciador de desenvolvimento profissional, no âmbito do ensino da Biologia e da Geologia.

Assim, a questão que se coloca como problema geral desta investigação, é avaliar se o recurso a modelos é potenciador de uma aprendizagem significativa nos alunos (relativamente aos conteúdos programáticos relacionados com os ciclos de vida das espécies e das bacias hidrográficas).

3.3. Hipótese da investigação

Numa tentativa de dar resposta aos problemas de investigação que colocamos, formulou-se a seguinte hipótese de investigação, verificada através da análise quantitativa dos mapas de conceitos aplicados como pré e pós-testes:

H1: O recurso a modelos e animais modelo no ensino das ciências contribui para potenciar uma aprendizagem significativa dos alunos.

3.4. Objetivos da Investigação

Partindo do pressuposto de que a utilização de organismos modelo e modelos didáticos, permitiriam obter aprendizagens significativas dos alunos sobre os conteúdos abordados, estabeleceram-se os seguintes objetivos da investigação:

1. Objetivos de índole educacional, que são: desenvolver nos alunos o raciocínio científico, competências de trabalho colaborativo e de grupo, de forma a promover partilha de conhecimentos e aumentar o grau de envolvimento de cada elemento nas tarefas a desenvolver.
2. Objetivos de índole científica no ramo da Biologia, que tratam de: promover o desenvolvimento de competências nos alunos para localizar e identificar os processos reprodutivos dos ciclos de vida; promover o desenvolvimento de atitudes críticas sobre ações humanas, que interferem com determinadas fases dos ciclos de vida e que podem dar origem à extinção de espécies.

3. Objetivos de índole científica no ramo da Geologia, que pretendem: promover o reconhecimento das contribuições da geologia nas áreas de prevenção de riscos geológicos e ordenamento do território; e promover o desenvolvimento de atitudes críticas sobre situações causadas pelo homem e que podem dar origem a zonas de risco geológico.
4. Objetivos promotores de competências profissionais no âmbito do ensino da Biologia e da Geologia, nomeadamente: aquisição de competências científicas e pedagógicas necessárias ao exercício da função docente; promover uma reflexão na ação, contribuindo para a melhoria das competências necessárias para a profissionalização na docência; e investigar os possíveis constrangimentos relacionados com a atividade docente e melhorá-los na prática.

3.5. Amostra

A seleção da amostra foi efetuada através da amostragem não probabilística, ou seja, não envolvendo uma escolha aleatória dos sujeitos. Trata-se ainda de uma amostragem por conveniência, uma vez que foram utilizados grupos de indivíduos que se voluntariaram para a participação no estudo (Machado, Maia, Labegalini, 2007).

O estudo realizado incluiu os alunos do sexo feminino e masculino, do 11^o A e C da Escola Secundária Aurélia de Sousa, do Curso Científico Humanístico de Ciências e Tecnologias, dos quais 46 pares de pré e pós-testes pertencem ao grupo controlo e 34 dos mesmos ao grupo experimental. Todos os grupos assistiram a aulas teóricas da componente letiva e apenas o grupo experimental participou na intervenção, tendo frequentado o clube “Construir Ciência – do papel para a prática”. Os pré e pós testes aplicado aos alunos, sob a forma de mapa de conceitos, foram analisados com o colega estagiário Pedro Ribeiro, de forma a diminuir a ameaça à validade do estudo em causa.

Dentro dos 46 pares de testes do grupo controlo, 24 pares de pré-testes e pós-testes, pertenciam à componente da biologia e 22 pares pré e pós-testes pertenciam à componente de geologia. Dos 34 testes do grupo experimental, foram avaliados 18 pares de pré e pós-testes da componente de geologia e 16 pares da componente de biologia.

Optou-se por analisar apenas os pré e pós-testes dos mesmos alunos, com o intuito de diminuir as ameaças à validade interna do estudo.

3.6. Técnicas e Instrumentos da investigação

Foram construídos e implementados dois tipos de instrumentos na concretização deste estudo: os mapas de conceitos de cariz investigativo e os modelos construídos de cariz didático-pedagógico.

Relativamente aos mapas, como instrumento de investigação, (Anexo 1), foi fornecida aos alunos uma questão-problema “Quais os tipos de ciclos de vida que podemos encontrar nos seres vivos”, para a componente de biologia e uma questão-problema “O que podemos inferir relativamente às bacias hidrográficas” seguida de palavra-chave “Bacias-hidrográficas” para a componente de geologia, que serviram de ponto de partida para os alunos elaborarem um mapa conceitual.

As mesmas fichas foram apresentadas, antes e após a intervenção, a ambos os grupos de alunos, tanto o de controlo como o experimental.

A análise dos mapas de conceitos elaboradas pelos alunos foi efetuada seguindo a proposta de parâmetros de classificação descritos por Novak e Gowin (1996)

Os resultados obtidos no estudo, através do preenchimento dos mapas de conceitos, foram tratados com recurso ao programa SPSS e analisados segundo dois testes estatísticos específicos. Os testes estatísticos utilizados que pretendiam analisar os resultados dos mapas de conceitos foram o teste de *Mann-Whitney U Test* e o *Wilcoxon Signed-Rank Test*.

O primeiro teste teve como objetivo comparar diferenças entre os dois grupos independentes, nomeadamente entre o grupo controlo e o grupo experimental. O segundo visou comparar os dois conjuntos de testes (pré e pós) dentro dos grupos, isto é, os pré e pós testes do grupo de controlo e os pré e pós testes dentro do grupo experimental.

Mapas de conceitos como instrumento de avaliação

Os mapas de conceitos são ferramentas que permitem desenvolver capacidades de comunicação, são fáceis de usar em sala de aula e são ferramentas de estudo extremamente úteis para os alunos (Novak & Gowin, 1996; Cachapuz *et al*, 2002). Novak e Gowin (1996) consideram que estes mapas podem vir a ser construídos antes e depois de ser lecionado um determinado conteúdo servindo, muitas vezes, como estímulo à aprendizagem e, posteriormente possibilitando verificando se ocorreu aprendizagem significativa.

A estrutura adotada para a elaboração e cotação dos mapas é a indicada por Novak e Gowin, (1996), sendo os critérios de classificação dos mapas conceituais os seguintes:

1. *Proposições*: Quando dois ou mais termos ligados por uma palavra de ligação, formando uma frase. Deve atribuir-se um ponto por cada proposição válida.
2. *Hierarquia*: Há hierarquia nos mapas conceituais quando os conceitos estão dispostos do mais geral para o mais específico. Deve atribuir-se cinco pontos por cada hierarquia válida.
3. *Ligações cruzadas*: Quando o mapa revela ligações significativas e válidas entre um segmento da hierarquia conceitual e outro segmento. Por cada ligação cruzada válida e significativa deve atribuir-se dez pontos. Por cada ligação cruzada válida mas que não traduza qualquer síntese entre grupos de proposições ou conceitos relacionados deve atribuir-se dois pontos.
4. *Exemplos*: Por cada exemplo que o mapa evidencie deve atribuir-se um ponto.

5. *Mapa de referência*: A construção de um mapa de referência é necessária para a comparação da cotação desse mapa com os mapas construídos pelos alunos, sendo que o mapa de referência vale 100%.

Como está descrito na estrutura de classificação enunciada por Novak e Gowin, (1996), a pontuação dos mapas dos alunos foi comparada a um mapa de referência (Anexo 2) previamente elaborado cuja pontuação está descrita na tabela 2.

Tabela 2 - Valores do mapa de referência nos diferentes tópicos de classificação e o valor total.

Mapa de referência					
Componente	Proposições	Hierarquia	Lig. Transversais	Exemplos	Total
Ciclos de Vida	23	20	70	7	120
Bacias Hidrográficas	50	25	110	1	186

Posteriormente à análise estatística segue-se uma análise descritiva dos mapas, em cada componente e por aluno.

Modelos como instrumento didático-pedagógico

Os modelos construídos com o grupo experimental durante a intervenção, numa perspetiva de contribuir para o desenvolvimento de saberes nos alunos promotores de aprendizagens significativas, foram o modelo de uma bacia hidrográfica, que utilizou elementos naturais como a água e os sedimentos (Fig. 3 A) e a elaboração de viveiros de duas espécies animais, seguida da preservação das diferentes fases do ciclo de vida de cada espécie em etanol (Fig.3 B).

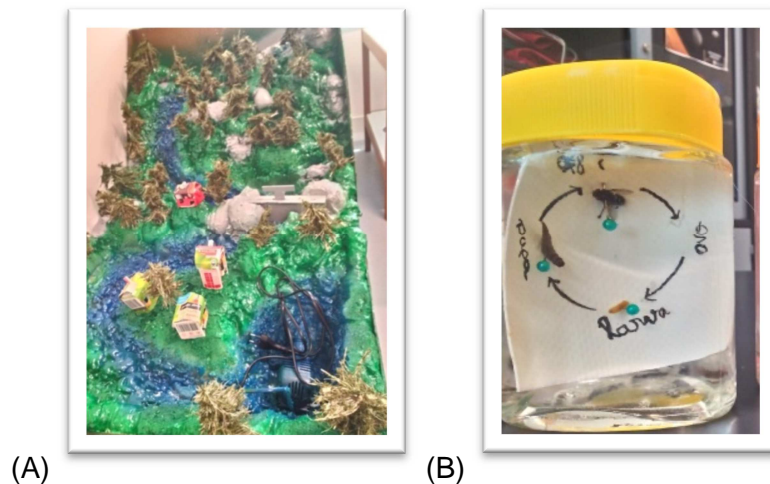


Fig. 3 – (A) Modelo didático da Bacia Hidrográfica. (B) Preservação das fases do ciclo de vida de cada espécie em etanol.

IV. Programa de Intervenção

A intervenção teve várias fases (Fig.4), tendo-se iniciado com a realização de uma aula a cada uma das turmas intervenientes, em que foram explicadas as regras de elaboração de mapas de conceitos, segundo Novak e Gowin, (1996), e explicado o projeto a desenvolver. A aula serviu também para a inscrição dos alunos interessados em participar no clube e para a recolha dos

mapas de conceitos diagnósticos sobre os conteúdos a serem abordados posteriormente no clube e durante as aulas.

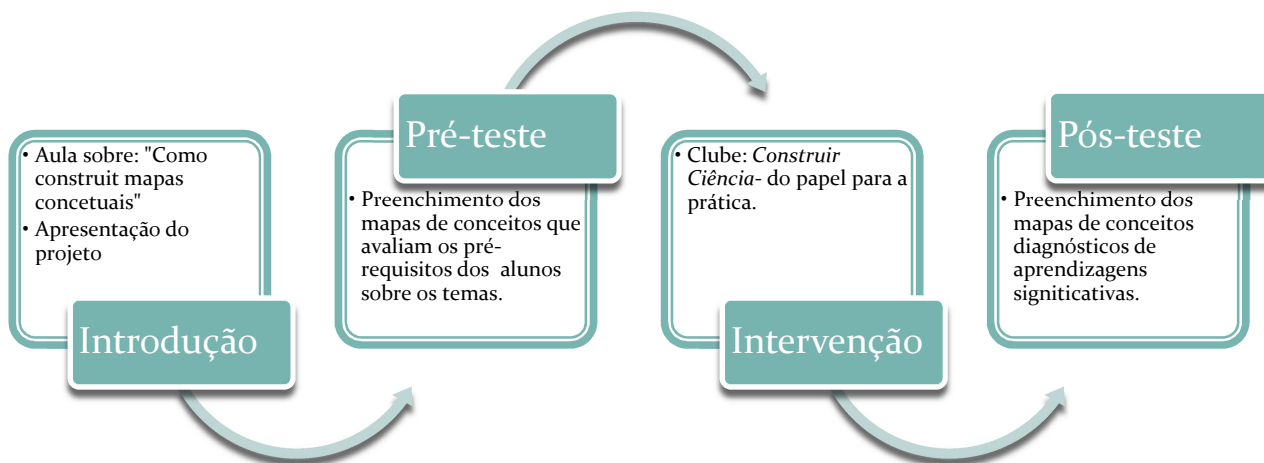


Fig. 4 - Representação esquemática do programa de intervenção

Ainda durante a fase introdutória, aos encarregados de educação dos alunos das turmas do 11º A e C, foi fornecido um documento com os objetivos do estudo que pretendia que os mesmos consentissem ou não a participação dos alunos no clube Construir Ciência – do papel para a prática.

A fase de intervenção foi projetada para se iniciar em inícios de fevereiro, antes de os conteúdos sobre bacias hidrográficas e ciclos de vida serem abordados, e pretendia durar o tempo suficiente para a realização dos modelos.

As sessões não foram previamente determinadas por várias razões:

- ✓ O projeto foi realizado pela primeira vez e não era possível determinar com exatidão a duração das tarefas;
- ✓ Aparecimento de novos obstáculos à realização do projeto, resultado do facto de muitas vezes falta de material que se considerava não ser necessário ou reconstrução dos modelos novamente, de forma a melhorá-lo e diminuir as conceções erróneas que poderiam daí resultar.
- ✓ A falta de assiduidade e pontualidade dos alunos;

A distribuição do pós-teste deu-se no final do ano letivo, após término das aulas e do clube.

V. Resultados e discussão

Sessões de intervenção

O Clube “Construir Ciência – do papel para a prática” teve como objetivo permitir que os alunos preparassem os viveiros para a temática dos ciclos de vida dos animais e elaborassem o modelo de barragem para a temática da bacia hidrográfica.

As sessões do clube decorreram às quintas-feiras, iniciando-se às 14:30 h e tendo uma duração de 45 a 50 minutos.

Os mapas de conceitos finais, utilizados para diagnosticar se teria havido aprendizagem significativa, foram elaborados no final das atividades do clube, tendo essa fase decorrido em aulas das mesmas turmas onde tinha sido efetuado o mapa de diagnóstico inicial.

O clube “Construir Ciência – do papel para a prática” teve ao todo 12 sessões, indicando-se na tabela 3 as atividades desenvolvidas e as datas em que decorreram.

Tabela 3 - Descrição sumariada das sessões desenvolvidas no clube “Construir Ciência-do papel para a prática”.

Sessão	Data	Descrição
1ª sessão	6 de fevereiro	1ª Apresentação
2ª sessão	13 de fevereiro	2ª Apresentação
3ª sessão	20 de fevereiro	Aplicação da rede no modelo da barragem
4ª sessão	27 de fevereiro	Aplicação do 1º poliuretano no modelo da barragem
5ª sessão	13 de março	Aplicação 2º Poliuretano no modelo da barragem e construção das árvores
6ª sessão	20 de março	Moldagem do poliuretano e construção dos viveiros
7ª sessão	27 de março	Construção dos modelos em etanol de <i>Tenebrio molitor</i> e <i>Lucilla sp.</i> e do formicário
8ª sessão	03 de Abril	Procura de ovos do Bicho-da-farinha (<i>Tenebrio molitor</i>) e instalação de uma das formigas (<i>Messor barbarus</i>) no formicário.
9ª sessão	24 de abril	Continuação da construção dos modelos em etanol <i>Tenebrio molitor</i> e <i>Lucilla sp</i> (Varejeira-verde) e limpeza dos viveiros de <i>Tenebrio molitor</i> e <i>Zophobas zophoba</i> .
10ª sessão	8 de maio	Continuação da construção dos modelos em etanol
11ª sessão	13 de maio	Finalização dos modelos em etanol <i>Tenebrio molitor</i> e <i>Lucilla sp.</i> e pintura do modelo da barragem, construção das casas da barragem
12ª sessão	22 de maio	Revisão dos conteúdos.

As primeira e segunda sessões tiveram como objetivo a apresentação do clube aos alunos (Fig. 5). Alguns dos alunos não estiveram presentes na primeira sessão, sendo necessário uma segunda apresentação. A apresentação do clube foi acompanhada por um documento em formato PowerPoint intitulado “Apresentação *Construir Ciência – do papel para a prática*”.



Fig. 5 - Apresentação do projeto.

As sessões 3 a 6 foram dedicadas às várias fases para a construção do modelo da barragem (Fig.6).

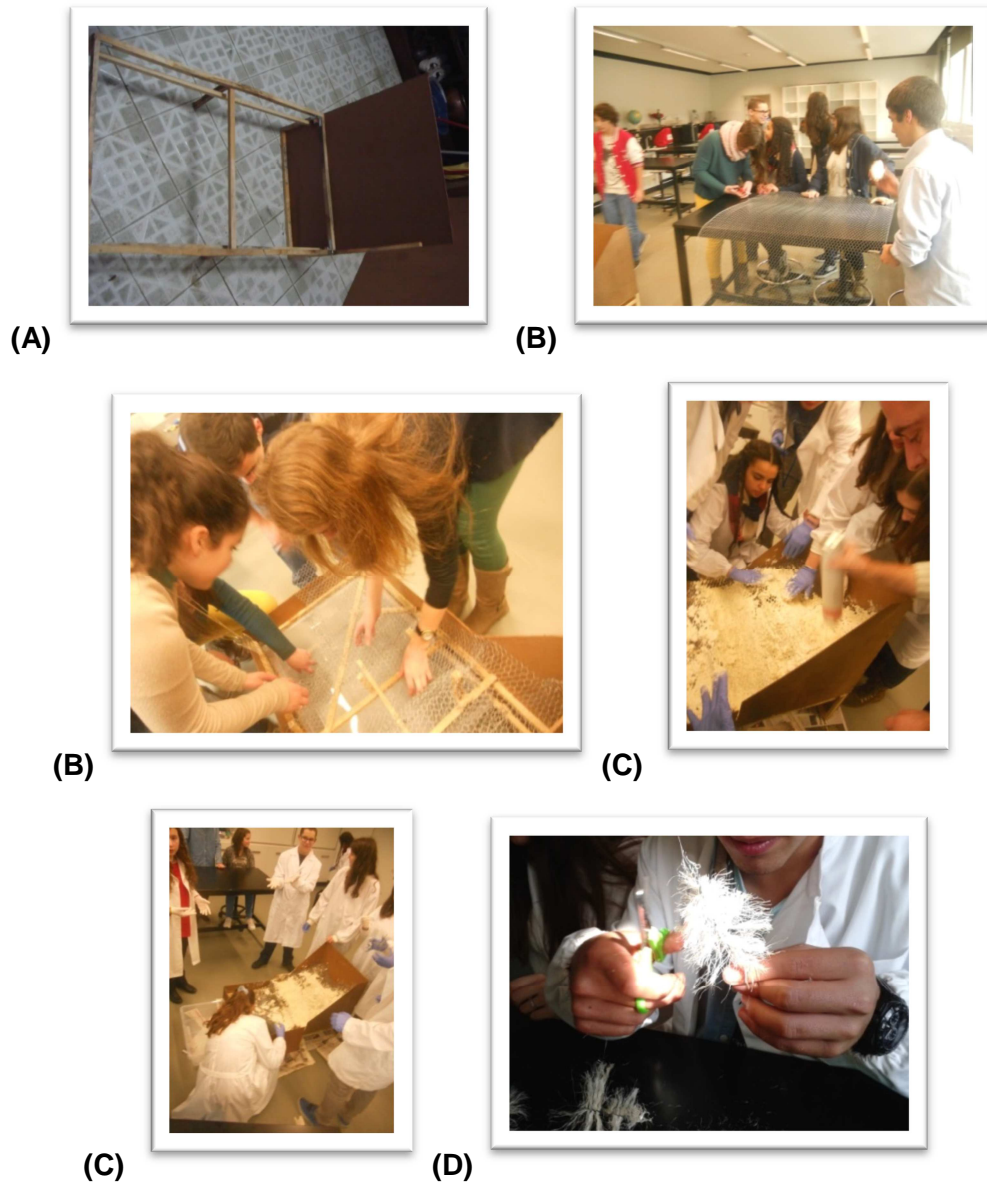


Fig. 6 – (A) Base da barragem. (B) Aplicação da Rede. (C) Aplicação do poliuretano. (D) Elaboração das árvores de serrim e fio de sisal.

As sessões **sétima à décima primeira** foram dedicadas à construção dos viveiros dos bichos-da-farinha e à elaboração de modelos do ciclo de vida dos bichos-da-farinha e das moscas, preservados em etanol (70%). Foram ainda elaborados os formicários, em gesso sobre moldes de plasticina (Fig. 7).



Fig. 7 - Preservação das fases dos ciclos de vida em etanol. Material para construção dos viveiros.

A **décima segunda** e última sessão teve como objetivo a revisão dos conteúdos lecionados e a demonstração do funcionamento da barragem, abordando os conteúdos relacionados com o ordenamento do território e os riscos para a construção antrópica junto ao leito de cheia.

Ciclos de vida

Os animais utilizados para a recriação dos ciclos de vida, como já foi referido acima, foram o bicho-da-farinha (*Tenebrio molitor*) e a varejeira verde (*Lucilla sp.*).

Os alunos tiveram a oportunidade de observar as várias fases dos ciclos de vida destas espécies (Fig. 8 (A)).

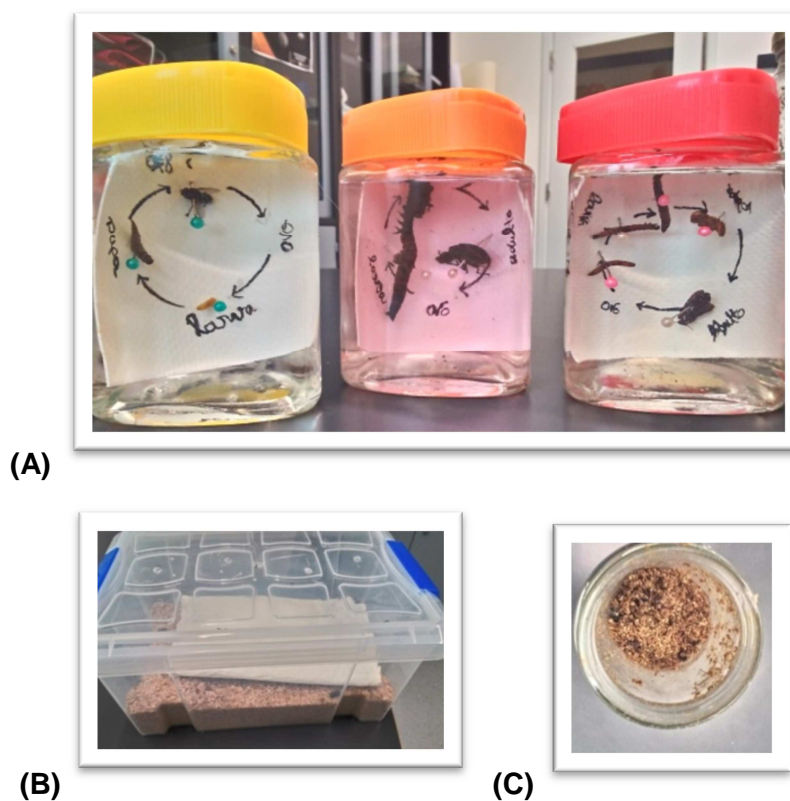


Fig. 8 – (A) Frascos com etanol com a preservação das fases do ciclo de vida das espécies, (B) viveiro do bicho-da-farinha e (C) viveiro da varejeira verde.

A construção dos viveiros de *Tenebrio molitor* foi um êxito, na medida em que, os animais se adaptaram muito bem ao novo ambiente, tendo-se encontrado exemplares nas várias fases do desenvolvimento do seu ciclo de vida.

A espécie adapta-se facilmente e a sua criação é pouco dispendiosa, dado que é apenas necessário farelo de trigo como base e alimento para as larvas e adultos, algum papel de cozinha e cenouras, essencialmente para postura e alimentação, respetivamente.

A observação das diferentes fases foi também muito fácil uma vez que, reunindo-se as mínimas condições de alimento e temperatura, a espécie completa o seu ciclo de vida no viveiro.

Os alunos puderam observar as várias fases larvares (Fig.9 (A)), as diferenças entre um adulto nos seus primeiros momentos (Fig.9 (B)), terminada a fase de pupa e, portanto, a metamorfose, e um adulto com alguns dias de idade, tendo posteriormente fixado e preservado em etanol exemplares nos diferentes estádios de desenvolvimento.

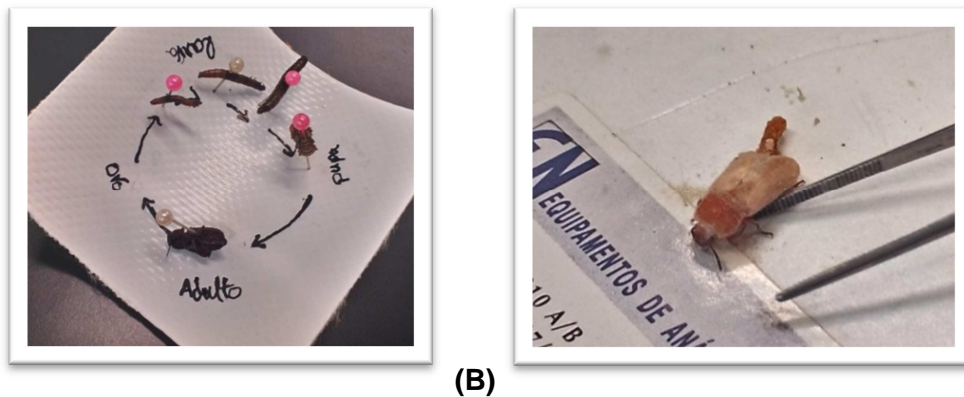


Fig. 9 – (A) preparação dos espécimes para a fixação em atano com as várias fases larvares e (B) um indivíduo adulto acabado de sofrer metamorfose.

No que concerne à varejeira verde, (*Lucilla sp.*), para a construção do viveiro foi utilizado um frasco, onde foram colocadas larvas, juntamente com algum farelo, umas gotas de água e comida de cão seca, previamente triturada.

Embora a construção do viveiro fosse simples, o desenvolvimento das larvas foi um processo moroso e que implicou a limpeza do viveiro várias vezes, já que ganhava constantemente fungos que acabavam por destruir as larvas.

Mesmo assim, foi possível isolar as três fases do desenvolvimento da *Lucilla sp.*(adulto, larva e pupa) e preservar as mesmas em álcool (Fig. 10). Os ovos não foram possíveis de se isolar, embora estejam assinalados, de maneira a que os alunos compreendam o ciclo.

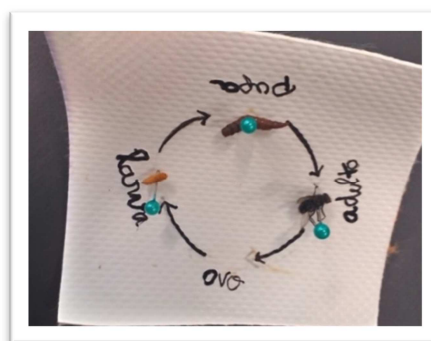


Fig. 10 - Fases do ciclo de vida de *Lucilla sp.*

A preservação das várias fases em etano a 70%, permite que os alunos possam visualizar mais detalhadamente cada fase do ciclo de vida ao Microscópio Ótico Composto (M.O.C.) e à lupa.

Apesar de ambos os viveiros terem sido possíveis de se construir, tendo em conta o conceito de organismo modelo, verifica-se que a utilização do bicho-da-farinha é mais favorável, pela sua facilidade de adaptação e reprodução no ambiente escolar, contrariamente ao que acontece com a varejeira-verde.

Embora a reprodução do bicho-da-farinha seja mais fácil, é possível adotar ambos os organismos, dado que os custos de manutenção para ambos são muito reduzidos, não inviabilizando a sua utilização nas escolas com menos fundos monetários.

A utilização de duas espécies diferentes permite aos alunos não só verificarem que diferentes espécies apresentam diferentes tempos de desenvolvimento, e que a adaptabilidade e sucesso da espécie varia consoante o organismo. Puderam ainda verificar que diferentes organismos necessitam de diferentes condições de sobrevivência e que a produção de descendentes é necessária para a sobrevivência.

A construção de viveiros torna-se ainda importante, na medida em que atribui responsabilidades aos alunos, que tiveram de se dedicar à limpeza e alimentação dos seres vivos.

Bacia Hidrográfica

No que concerne à bacia hidrográfica, os alunos, depois de construírem o modelo, puderam visualizar a deposição dos sedimentos a montante da barragem e o impacte da construção antrópica em leito de cheia.

Em primeiro lugar os alunos puderam verificar que os sedimentos provenientes da nascente, depositam-se na albufeira da barragem, e posteriormente, puderam observar que, em época de seca, a construção em leito de cheia, não era causador de risco geológico (Fig. 11(A)). De seguida, aumentando o caudal do rio, pelo aumento do impulso de água, alterou-se o cenário, para uma possível época de cheia. Com o aumento do caudal ao nível da nascente, a zona de albufeira ficou totalmente preenchida por água, obrigando a que as comportas da barragem, que simulavam as comportas de cheia, tivessem de ser abertas. O resultado foi a inundação do leito de cheia da zona onde existiam construções antrópicas ((Fig. 11 (B)), alertando os alunos para a importância de um ordenamento do território e dos perigos da construção sem ter em conta os riscos geológicos.

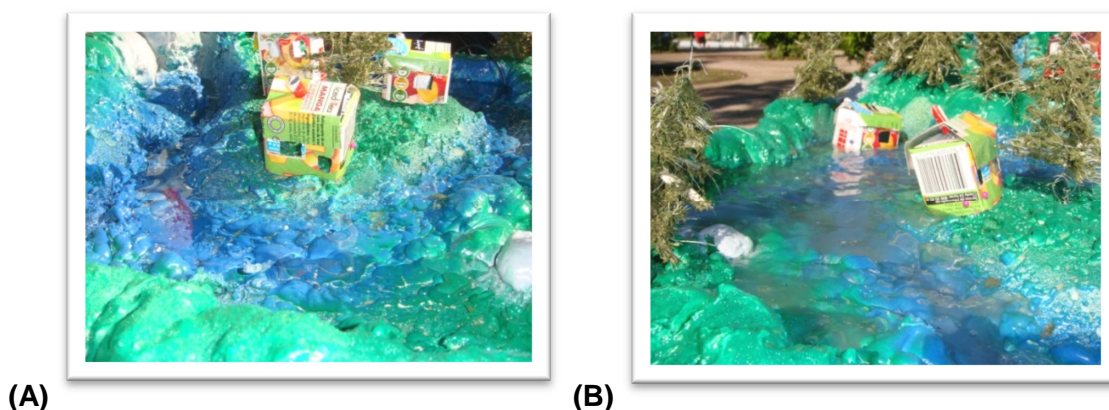


Fig. 11 – (A) construção antrópica em leito de cheia num rio com baixo caudal, em altura de seca; (B) construção antrópica em leito de cheia, num rio com elevado caudal, em altura de cheias.

Embora a construção de um modelo de uma bacia hidrográfica tenha sido vantajoso didaticamente, na medida em que permitiu que os alunos visualizem o impacte da construção antrópica em leito de cheias e a importância das barragens neste cenário, este tipo de atividade

requer gastos económicos relativamente elevados para a escola, e necessita de várias intervenções para a sua construção, sendo que a criação de um clube é neste sentido a melhor opção.

A construção do modelo da bacia promoveu a discussão e argumentação entre os alunos, sobre quais seriam as melhores medidas a tomar e que alterações se deveriam fazer para tornar o modelo o mais semelhante à realidade possível. Os alunos tiveram de procurar informação nos livros, não só para a construção do molde em espuma de poliuretano mas também para a pintura do modelo, lembrando-se constantemente dos conceitos inerentes ao tema, para que o modelo desse origem ao mínimo de conceções erróneas. Todos estes passos seguiram assim o ensino baseado em *inquiry*, tendo em vista uma aprendizagem significativa.

Avaliação da intervenção através da análise dos mapas de conceitos

Através da análise dos resultados obtidos na aplicação do pré-teste, apresentados na tabela 4, verifica-se que apesar do valor médio ser ligeiramente maior para o grupo experimental, a análise dos resultados obtidos com o teste Mann-Whitney permite concluir que não há diferenças estatisticamente significativa ($U=691,50$; $p=0,378$), o que permite concluir que não haverá uma ameaça à validade interna causada por uma eventual seleção artificial dos sujeitos, nomeadamente pela participação de melhores alunos na atividade desenvolvida, como sugerido por Harris *et al.* (2006).

Tabela 4 - Valores de estatística descritiva no pré-teste dos alunos do 11º A e C.

Pré-teste	Grupo de controlo (n=46)	Grupo Experimental (n=34)
<i>Média</i>	18,43	21,85
<i>Desvio Padrão</i>	8,4	12,5
<i>Mínimo</i>	6	0
<i>Máximo</i>	44	52

As diferenças obtidas entre grupos no pós-teste foram estatisticamente significativas ($U=569,50$; $p=0,038$) revelando grandes diferenças entre os dois grupos estudados.

A tabela 5 apresenta os resultados obtidos no pós-teste, aplicado após a intervenção. Os valores obtidos mostram que o grupo experimental apresenta uma média superior ao grupo controlo.

Tabela 5 - Valores de estatística descritiva do pós-teste dos alunos do 11º A e C.

Pós-teste	Grupo de controlo	Grupo Experimental
<i>Média</i>	23,48	31,38
<i>Desvio Padrão</i>	11,8	16,9
<i>Mínimo</i>	4	12
<i>Máximo</i>	60	72

Tendo-se obtido estes resultados, é possível aceitar a hipótese H1: “O recurso a modelos e animais modelo no ensino das ciências contribui para potenciar a aprendizagem significativa dos alunos”, dado que o valor obtido para a média do grupo experimental é muito superior ao valor obtido no grupo controlo, apurando que os alunos que participaram no clube obtiveram melhores resultados que aqueles que não participaram.

Através do teste de Wilcoxon, verifica-se que os valores obtidos do pré-teste para o pós-teste, do grupo controlo traduzem diferenças significativas ao nível das medianas ($Z=-4,001$; $p=0,000$), sendo que o mesmo se passa para o grupo experimental ($Z= -4,249$; $p=0,000$).

Os resultados obtidos indicam que houve aprendizagens tanto no grupo controlo, como no grupo experimental, indicando que, embora os métodos tradicionais proporcionem também um aumento dos conhecimentos dos alunos, o ensino baseado em modelos estimula e reforça a aprendizagens significativas, sendo portanto um instrumento de ensino que se sugere seja aplicado com mais frequência no currículo do ensino das ciências.

Os resultados indicam contudo que os resultados da análise estatística devem ser olhados com precaução, pois alguns alunos (10 no grupo controlo e 2 no grupo experimental) mostraram piores resultados entre o pré e o pós-teste, e outros alunos (2 do grupo controlo e 4 do grupo experimental) não mostraram uma evolução positiva entre o pré e pós-teste. Mas mesmo considerando que nem todos os alunos revelam aprendizagem significativa, os resultados parecem indicar que o recurso aos modelos contribui para diminuir a percentagem de alunos com dificuldade na aprendizagem.

Estes resultados são muito favoráveis ao estudo, uma vez que mostram que a grande maioria dos alunos do grupo experimental teve classificações superiores no pós-teste, comparativamente aos dez alunos que desceram as suas classificações, pertencentes ao grupo controlo. Contribuindo novamente para apoiar a hipótese de que o recurso a modelos é potenciador de uma aprendizagem significativa.

Análise pormenorizada dos temas

De forma a analisar os resultados obtidos para cada tema “Ciclos de Vida” e “Bacias Hidrográficas” foi realizada uma análise de estatística (Tabela 6) para cada teste e para cada grupo (experimental e de controlo). Ao todo foram analisados 40 pares testes da componente de biologia e outros tantos da componente de geologia, dos quais 22 pertencem ao grupo controlo da componente de geologia e 18 ao grupo experimental, e 24 da componente de biologia são do grupo controlo e os 16 restantes são do grupo experimental.

Note-se que o valor médio teve um maior aumento no tema Ciclos de Vida, do pré para o pós-teste, que o valor obtido para as bacias hidrográficas quer no grupo controlo, quer no grupo experimental.

Tabela 6 - Valores de média, desvio padrão, mínimo e máximo para cada teste, no grupo controlo e no grupo experimental, com base no cálculo dos valores em percentagem.

<i>Teste</i>	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
<i>Grupo controlo – Ciclos de Vida – pré-teste</i>	21,92	9,4	10	44

<i>Grupo controlo – Ciclos de Vida – pós-teste</i>	29,67	13,2	4	60
<i>Grupo experimental – Ciclos de Vida – pré-teste</i>	29,44	14,2	0	52
<i>Grupo experimental – Ciclos de Vida – pós-teste</i>	44,75	15,0	25	72
<i>Grupo controlo – Bacias Hidrográficas – pré-teste</i>	14,64	4,9	6	27
<i>Grupo controlo – Bacias Hidrográficas – pós-teste</i>	16,73	4,3	7	25
<i>Grupo experimental – Bacias Hidrográficas – pré-teste</i>	15,11	4,9	8	28
<i>Grupo experimental – Bacias Hidrográficas – pós-teste</i>	19,50	6,0	12	32

Ciclos de vida

No caso da temática sobre os ciclos de vida, ambos os grupos apresentam uma subida da classificação média no pós-teste, sendo de salientar que o aumento é muito superior no grupo experimental (29,67 para 44,75, respetivamente); é ainda de assinalar a amplitude de variação dos valores médios dos mapas de conceitos ser superior no grupo experimental (0 a 52) do que no grupo controlo (10 a 44) nos mapas de conceitos iniciais; a análise dos mapas de conceitos finais te mostra uma grande alteração da amplitude de variação, que se mostra mais reduzida e com os limites, tanto inferiores como superiores, mais altos

A análise dos resultados com o teste de Mann-Whitney revela, que as diferenças entre os dois grupos são significativas no pré ($U=120,00;p=0,046$) e no pós-teste ($U=78,00;p=0,002$), embora no primeiro caso o valor de p esteja muito muito próximo do limite da significância.

Podendo afirmar-se mais uma vez que não existiam grandes diferenças entre os grupos antes da intervenção e que o recurso aos modelos foi promotor de uma aprendizagem significativa no grupo experimental, tendo este obtido uma média bastante superior no pós-teste.

Os resultados obtidos, com o teste de Wilcoxon, para a componente de biologia, mostram diferenças significativas entre os pré e pós-testes tanto no grupo controlo ($Z=-3,388;p=0,001$) como no grupo experimental ($Z=-3,026;p=0,002$).

Para a componente de biologia, verifica-se ainda que cinco alunos do grupo controlo e apenas dois do grupo experimental obtiveram classificações inferiores no pós-teste, não havendo nenhum aluno com a mesma classificação em ambos os testes, verificando-se mais uma vez que o grupo que participou no clube obteve melhores resultados que o grupo controlo.

Bacias Hidrográficas

Os resultados obtidos com o teste de Mann-Whitney indicam que não há diferenças significativas nos resultados obtidos no pré-teste da temática bacias hidrográficas ($U=196,50; p=0,967$), como é possível de se confirmar pela análise da semelhança das médias na tabela 6, concluindo-se novamente que não houve seleção dos melhores alunos para o grupo experimental, não sendo uma ameaça da validade interna. E embora a diferença entre os valores médios seja maior para o grupo experimental desta área temática (Tabela 6), os resultados do teste de Mann-Whitney indica que no pós-teste não se encontram diferenças significativas entre o grupo controlo, e o grupo que participou no clube ($U=149,50; p=0,186$). O facto de os resultados obtidos no pós-teste não serem significativos para esta temática, pode estar relacionado com as duas ameaças à validade do estudo, tais como:

- a) O facto de a amostra ser muito reduzida, não permitindo obter estatísticas significativas;

- b) O facto de que o tema bacias hidrográficas não ser novo para os alunos, sendo constantemente abordado no seu quotidiano, verificando-se que já existia um grande conhecimento dos conceitos, não sendo a melhoria da aprendizagem do pré-teste para o pós-teste significativamente diferente.

Os resultados obtidos através do teste de Wilcoxon, para o mesmo tema, indicam ainda que há diferenças significativas entre os valores obtidos entre o pré e o pós-teste em ambos os grupos ($Z=-2,153$; $p=0,031$ para o grupo de controlo e $Z=-3,301$; $p=0,001$ para o grupo experimental), na temática da Geologia.

Estes resultados indicam que ambas as metodologias, tanto as tracionais como o recurso a modelos, resultam em aprendizagem, mas que o recurso a modelos fomenta a aprendizagem.

Para o tema bacias hidrográficas, os resultados do teste de Wilcoxon sugerem ainda que alguns alunos do grupo de controlo obtiveram classificações mais baixas no pós-teste (5 alunos) ou não apresentam evolução positiva (2 alunos). No grupo experimental, embora quatro alunos não tenham mostrado evolução positiva entre os dois testes, nenhum aluno obteve valores mais baixos no pós-teste.

Apesar de os resultados do teste de Mann-Whitney para a temática “Bacias Hidrográficas” não revelarem diferenças estatisticamente significativas, o fato de os valores da média serem superiores no grupo experimental e de nenhum dos alunos que participou no clube ter obtido menores resultados no pós-teste, parece apontar para que o recurso aos modelos tenha sido um fator a contribuir para para fomentar a aprendizagem.

Análise detalhada dos mapas

De forma a analisar mais aprofundadamente cada tema, procede-se de seguida a uma análise sob a detalhada dos resultados obtidos a partir da correção dos mapas.

Como os testes estatísticos indicam que não existem diferenças significativas entre alunos, durante a realização do pré-teste, optou-se por reunir esses valores, juntando os pré-testes do grupo controlo e grupo experimental, funcionando estes como um só.

Ciclos de vida

Os resultados obtidos no pré-teste, na temática ciclos de vida, indicam que a maioria dos alunos apresentou entre 5 a 15 proposições válidas no mapa (Fig.12), mostram ainda que apenas 1 aluno apresenta 0 pontos no mapa, não tendo qualquer proposição válida, e outro ainda, um total de proposições igual ao mapa de referência. Estes resultados podem indicar que os alunos tinham alguns pré-requisitos sobre o conteúdo, que promoveu a formulação que proposições válidas entre conceitos.

No entanto, e como também foi possível de verificar pelos testes estatísticos, os valores dos mapas do pré para o pós-teste aumentam, aumentando, como é possível de visualizar o

número de proposições válidas, tanto no grupo controlo como no grupo experimental, implicando aprendizagem de novos conceitos.

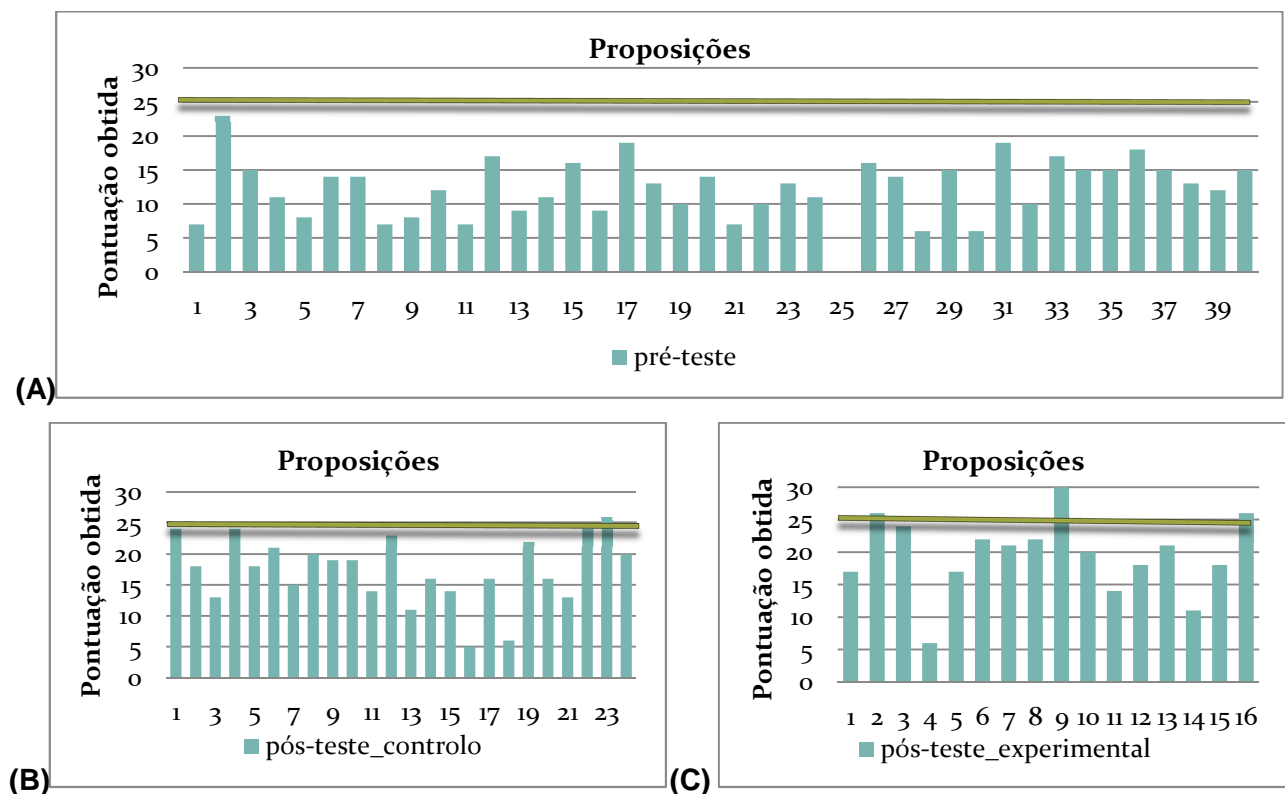


Fig. 12 - Gráficos que traduzem a pontuação obtida para as proposições no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

Embora haja aprendizagem em ambos os grupos é possível verificar que há uma maior percentagem de alunos com cotações superiores a 20% no grupo experimental (50%) que no grupo controlo (32%) (Fig.12 (A) e (B)).

No que concerne à organização hierárquica dos mapas (Fig. 13), verifica-se que no pré-teste 55% dos alunos estabelecem apenas um ou dois níveis hierárquicos no mapa. Dos restantes alunos, dois apresentam três níveis e quinze, quatro ou mais hierarquias.

Os resultados indicam ainda que os alunos do grupo controlo continuam a apresentar, na sua maioria (63%) níveis hierárquicos inferiores a 10 pontos, sendo que um aluno não apresenta hierarquia na organização do mapa e 88% dos mesmos apenas apresenta um nível. Contrariamente aos resultados aqui observados, o grupo experimental apresenta na sua maioria (88%), três ou mais níveis de organização hierárquica, tendo apenas na sua constituição dois elementos com apenas dois níveis.

Para ambos os grupos, o valor máximo de hierarquias é oito. No entanto, apesar de semelhantes, há uma maior percentagem de alunos com cotações superiores a 20 pontos no grupo experimental (38%) (30% no grupo controlo).

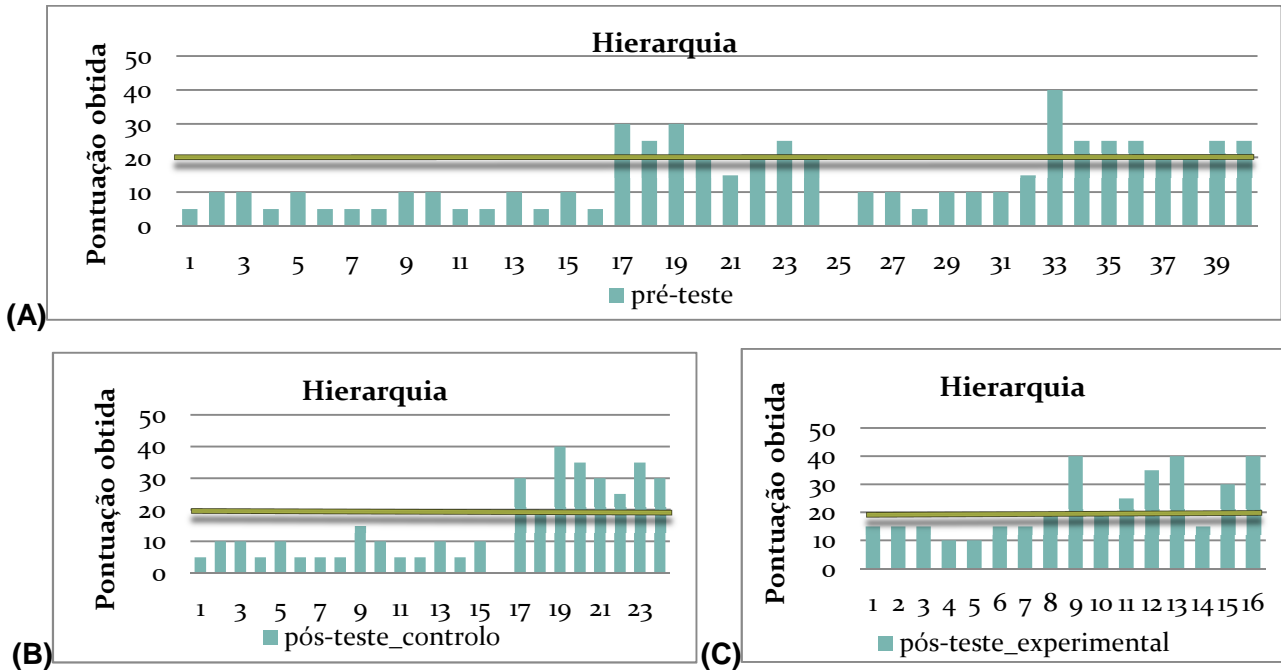


Fig. 13 - Gráficos que traduzem a pontuação obtida para as relações de hierarquia no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

O número de ligações transversais é importante na medida em que é através destas que se verifica a criatividade do aluno e a capacidade de relacionar conceitos de diferentes níveis hierárquicos. Este tipo de ligação contribui para aumentar significativamente a classificação do mapa, no entanto é muito pouco usada pelos alunos como se pode verificar na seguinte figura (Fig.14).

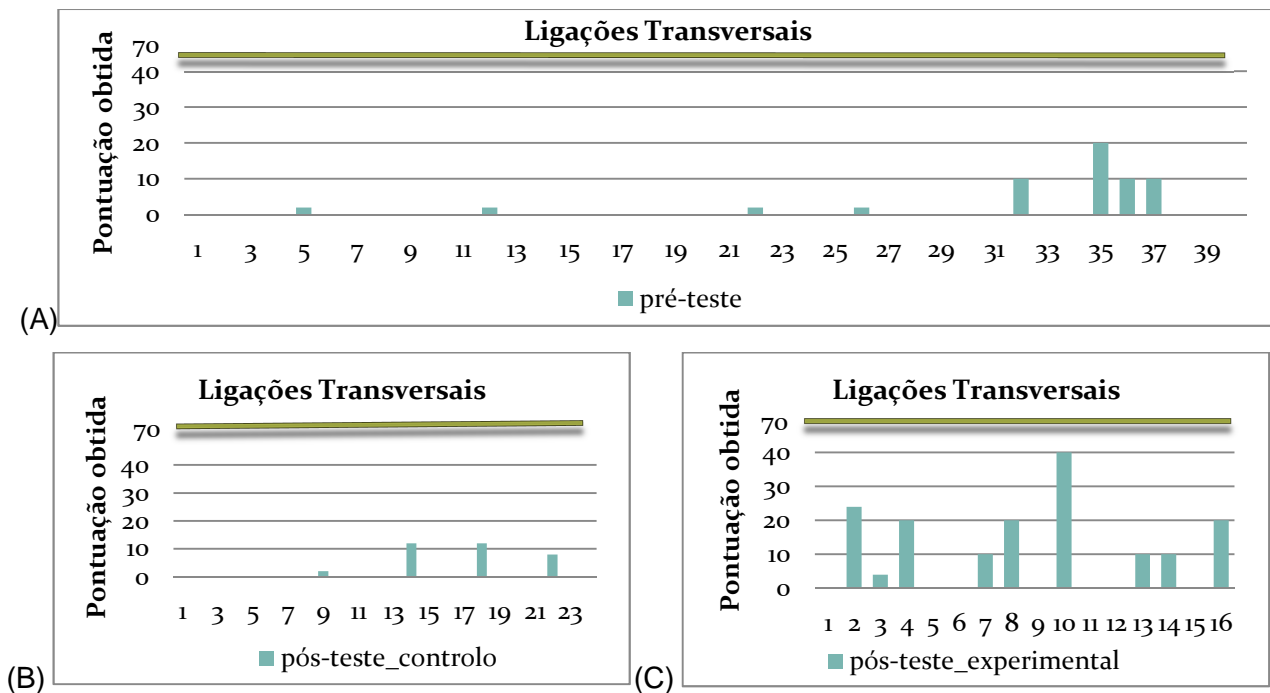


Fig. 14 - Gráficos que traduzem a pontuação obtida para as ligações transversais no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

Note-se que o facto de um maior número de alunos do grupos experimental (Fig.14, (B) e (C)) apresentarem ligações transversais nos mapas, contribui para aumentar as suas classificações totais. Isto pode ser um indicativo de que os alunos que frequentaram o clube tiveram uma maior facilidade em estabelecer relações entre diferentes conceitos que os alunos do grupo controlo e apresentam, segundo Novak e Gowin, (1996), mais criatividade.

A utilização de exemplos (Fig.15) é importante na medida em permite estabelecer uma ponte entre os conhecimentos do quotidiano e aqueles que são abordados na escola. Requer também conhecimento prévio dos conceitos, para se estabelecer tais ligações.

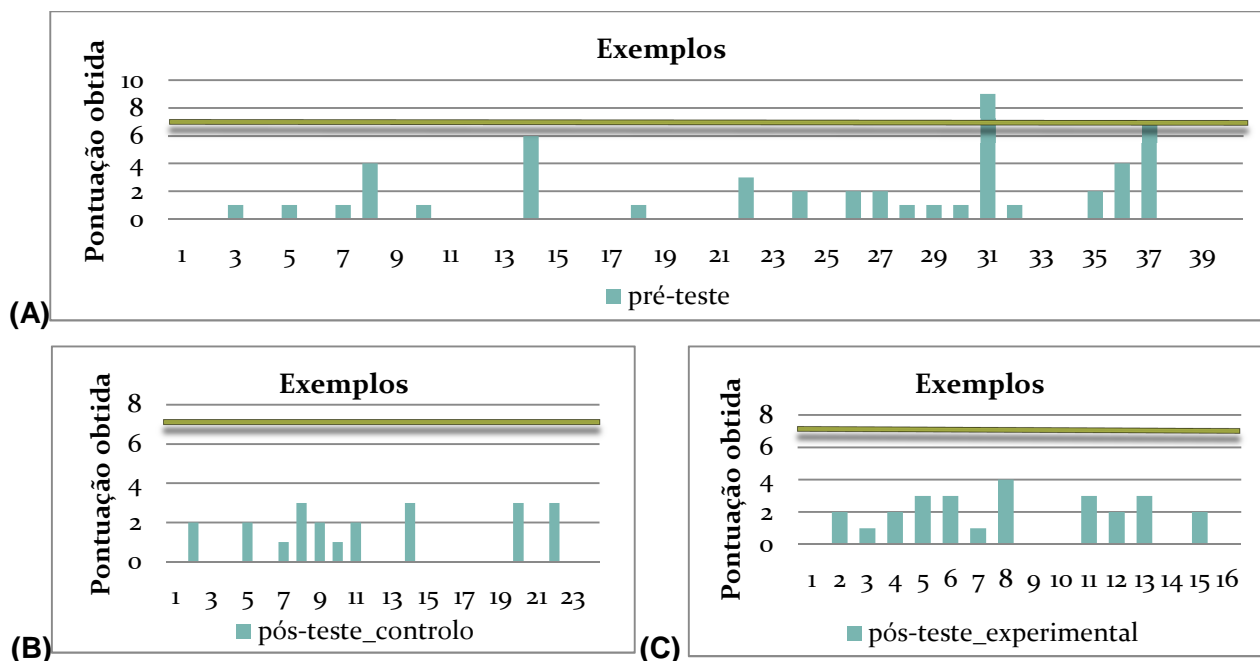


Fig. 15 - Gráficos que traduzem a pontuação obtida para os exemplos no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

O que se verifica, através da análise dos mapas é que nem todos os alunos recorrem ao uso de exemplos, apenas 48% dos mapas do pré-testes tinham exemplos e 42% do pós-teste no grupo controlo, tendo subido significativamente no pós-teste do grupo experimental (69%). A soma do número de exemplos no pós-teste do grupo controlo é também inferior, na medida em que a razão nº de exemplos/ alunos é de 22/10 (2,2) no grupo controlo e 26/11 (2,36) no grupo experimental.

Estes resultados podem indicar que os alunos que participaram no clube têm maior facilidade em utilizar exemplos para traduzir os conhecimentos e aplicá-los no dia-a-dia que os alunos do grupo controlo.

Como já foi referido, os valores totais dos mapas foram estimados em percentagem, tendo como cotação máxima a do mapa de referência, e encontram-se representados na seguinte figura (Fig.16).

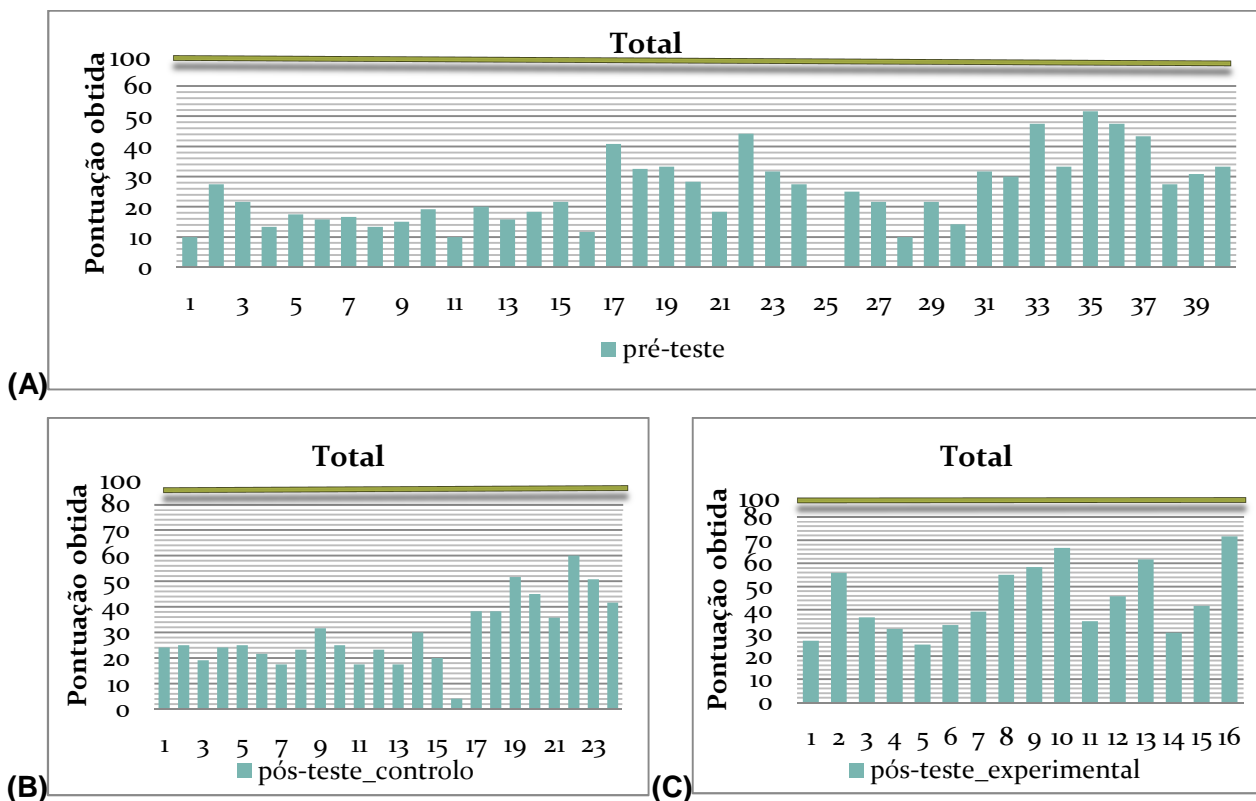


Fig. 16 - Gráficos que traduzem a pontuação total obtida no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

Os resultados indicam que apenas um dos alunos apresenta uma cotação no mapa do pré-teste acima dos 50%, que 40% dos alunos têm cotações que se situam entre os 15 e os 25%, que 38% da amostra apresenta resultados inferiores a 20% e que os restantes 35% dos alunos têm pelo menos 30% na cotação do pré-teste.

Contrariamente a estes resultados pós-teste do grupo controlo, existem três alunos com cotação positiva no mapa, que equivale a uma percentagem de 13% da amostra, comparativamente aos 38% da amostra do grupo experimental. As cotações positivas obtidas pelo grupo experimental (61%) são também em média superiores às do grupo controlo (54%).

É possível observar ainda que existem cinco alunos no grupo controlo com resultados inferiores a 20%, comparativamente ao grupo experimental, onde a classificação mínima é 25%.

Estes resultados sugerem que, no geral, os alunos pertencentes ao grupo experimental obtiveram melhores resultados que os alunos do grupo controlo.

Bacias Hidrográficas

Os resultados demonstram que para a temática bacias hidrográficas, o valor obtido nas proposições, no pré-teste (Fig.17 (A)) encontra-se maioritariamente entre 5 e 10 pontos, havendo apenas um aluno com 0 pontos e três com menos de 5 pontos. Dois quintos da amostra obtiveram valores acima dos 10 pontos, embora apenas um dos alunos ultrapasse os 15 pontos. Se compararmos estes valores ao mapa de referência, conclui-se que são muito baixos, no entanto, a maioria dos alunos conseguiu obter uma pontuação acima dos 5 pontos, interligando frases de

forma a formular proposições válidas, o que indica que os alunos já conheciam parte dos conceitos que deveriam abordar.

Relativamente às pontuações obtidas para as proposições no pós-teste do grupo controlo (Fig.17 (B)), verifica-se que apesar de existir apenas um aluno com uma pontuação inferior a 5 pontos, quase 90% da amostra apresenta resultados de pelo menos 10 pontos, não ultrapassando novamente os 15 pontos, tal como acontece na maioria dos alunos no pré-teste.

Os resultados do grupo experimental (Fig.17 (C)) evidenciam valores muito semelhantes, embora todos os alunos tenham obtido resultados superiores a 10 pontos, sendo que um dos alunos obteve uma cotação superior a 15.

Apesar de as diferenças serem estatisticamente não significativas, a análise detalhada dos mapas mostra que os alunos que pertenceram ao grupo experimental têm resultados melhores que os alunos do grupo controlo, apesar de ambos os grupos apresentarem resultados muito baixos, comparativamente à pontuação obtida no mapa de referência. Note-se ainda que, tal como foi defendido acima, como forma de explicar os resultados estatísticos, não há uma diferença muito grande nos valores obtidos do pré para o pós-teste, relativamente às proposições, encontrando-se estas sempre entre os 10 e 15 pontos maioritariamente, concluindo-se mais uma vez que os alunos já tinham conhecimentos pré-adquiridos sobre o tema, tendo condicionado os resultados.

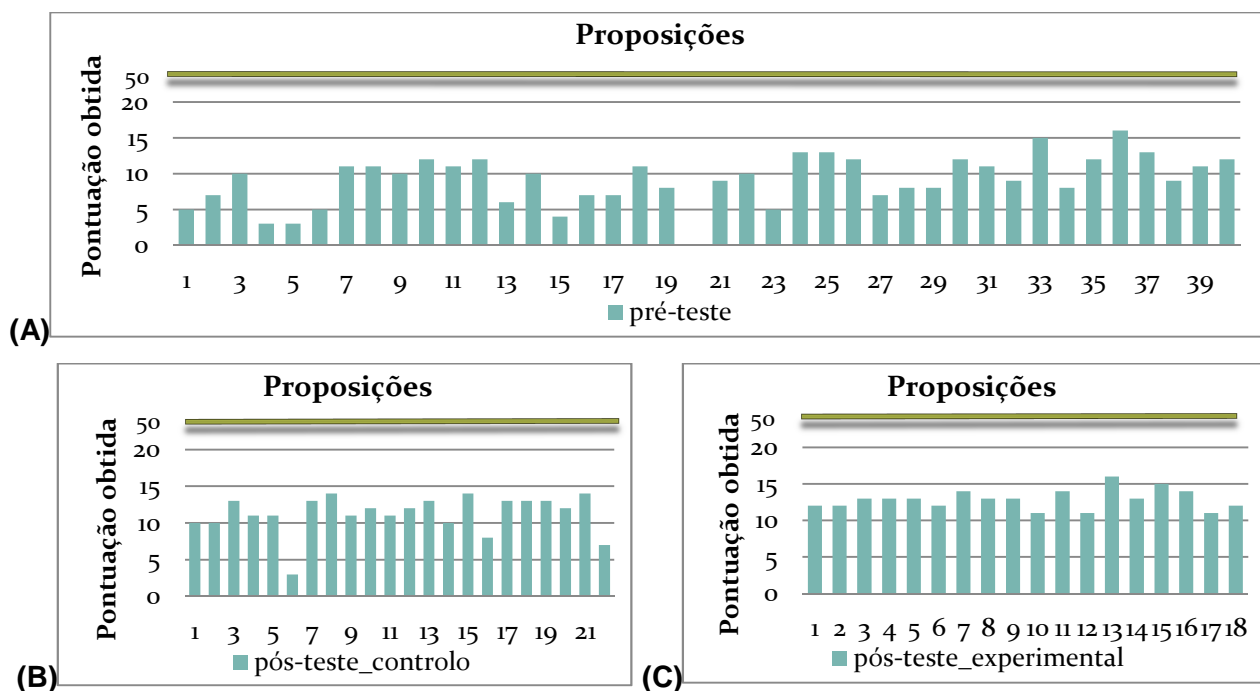


Fig. 17 – Gráficos que traduzem a pontuação obtida nas proposições no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

Os valores obtidos na hierarquia, no pré-teste (Fig.18 (A)) são maioritariamente superiores a 10 pontos, existindo apenas dois alunos com pontuação de apenas 5 pontos, o que equivale a apenas um nível hierárquico válido no mapa. O máximo de hierarquias obtidas no mapa são seis, existindo apenas dois alunos com 30 pontos, cotação essa, superior à cotação obtida no mapa de referência, com apenas cinco níveis (25 pontos). Cerca de 40% da amostra obteve pelo menos quatro níveis hierárquicos, sendo que os restantes 3/5 apresentam apenas duas ou três

hierarquias, justificadas pela dificuldade de estabelecer relações entre conceitos mais abrangentes e específicos, mesmo conhecendo os conceitos e estabelecendo proposições válidas.

No pós-teste de ambos os grupos (Fig.18 (B) e (C)) os resultados indicam que não existem alunos com mapas com menos de dois níveis hierárquicos, tendo sido sete o valor máximo de níveis obtido no grupo experimental (35 pontos). Embora os resultados sejam muito semelhantes entre ambos os grupos, a percentagem de alunos com pontuação de pelo menos 20 pontos é superior à do grupo controlo. Isto pode evidenciar que os alunos que pertenceram ao clube passaram a relacionar melhor os conceitos mais gerais e mais específicos, na estrutura cognitiva.

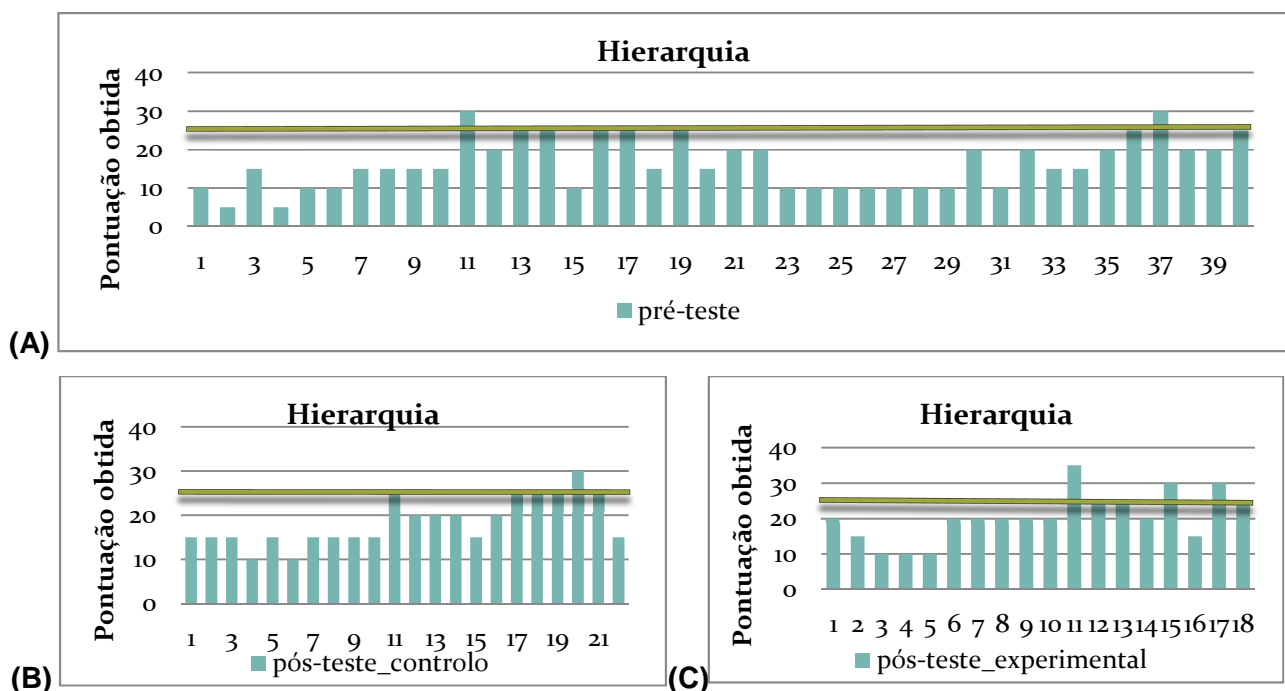


Fig. 18 - Gráficos que traduzem a pontuação obtida para as relações de hierarquia no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

Como já foi enunciado, as ligações transversais contribuem para inevitavelmente aumentar a pontuação do mapa, para além de representarem e traduzirem criatividade e relacionarem conceitos que de outra forma não poderiam ser relacionados. Há medida que o aluno aprende novos conteúdos, a probabilidade de estabelecer ligações cruzadas é maior. No entanto, e contrariamente ao esperado, as ligações transversais são muito pouco utilizadas pelos alunos tanto no pré-teste como no pós-teste e em ambos os grupos (Fig.19). E se compararmos ao mapa de referência, a cotação obtida pelos alunos é muito baixa, na medida em que os valores no pré-teste não ultrapassam os 10 pontos e, apenas no pós-teste do grupo experimental, um dos alunos foi cotado com 20 pontos.

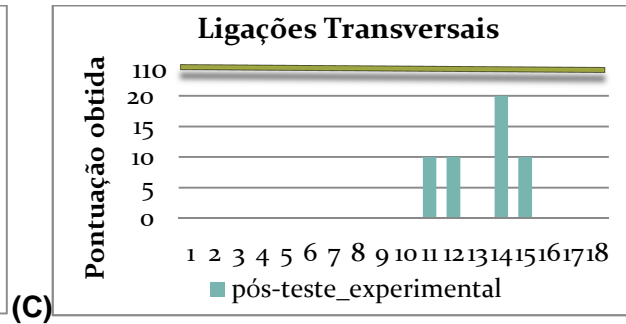
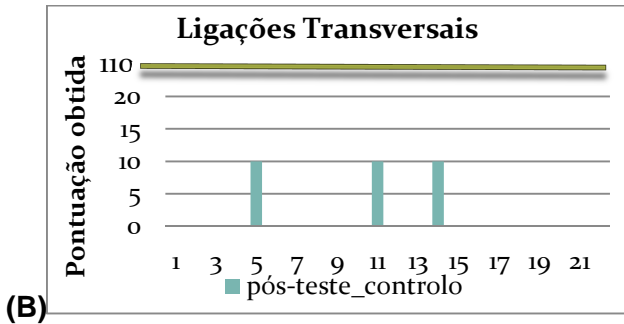
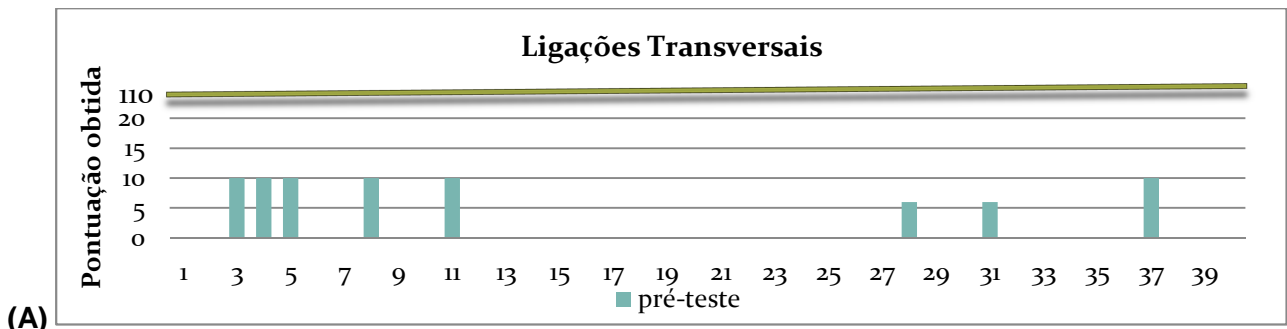


Fig. 19 - Gráficos que traduzem a pontuação obtida para as ligações transversais no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controle (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

A utilização de exemplos (Fig.20) note-se, é muito reduzida, podendo evidenciar-se a dificuldade que os alunos têm de estabelecer relações entre os conteúdos lecionados e o quotidiano dos mesmos.

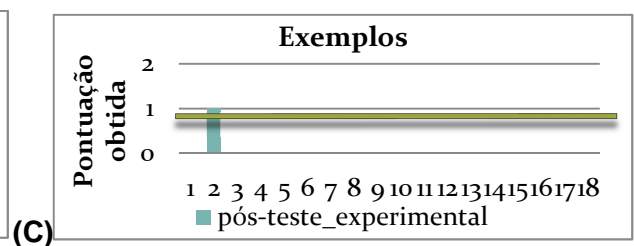
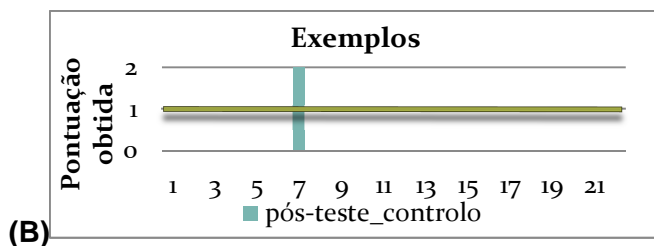
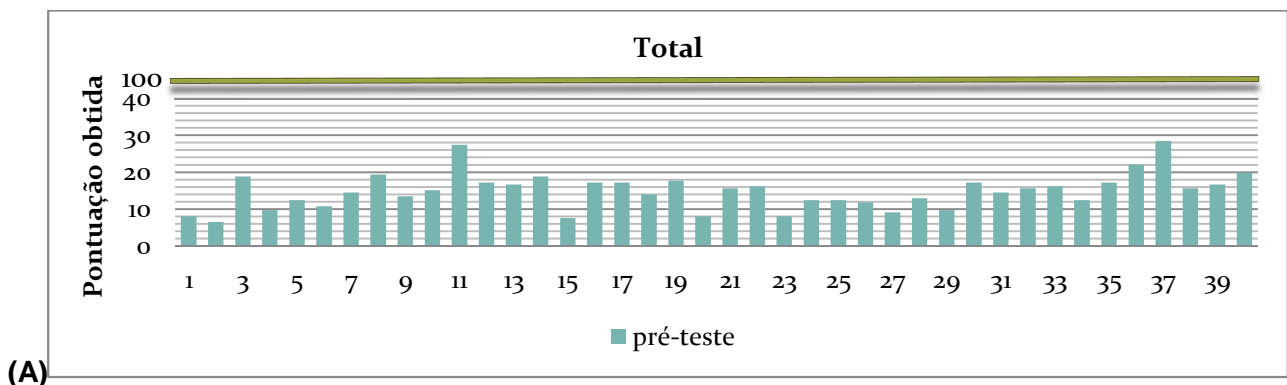


Fig. 20 - Gráficos que traduzem a pontuação obtida para os exemplos no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controle (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

Como já foi enunciado, os valores totais do mapa apresentam-se de seguida (Fig.21).



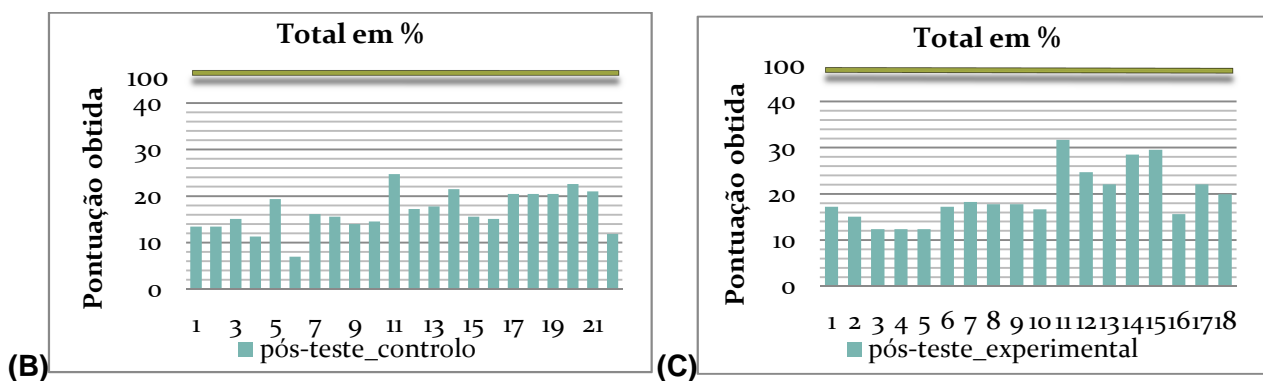


Fig. 21 - Gráficos que traduzem a pontuação total obtida em percentagem no pré-teste (A) e nos pós-testes dos indivíduos do grupo de controlo (B) e experimental (C). A linha verde indica o valor obtido no mapa de referência.

Considerando o mapa de referência, os valores obtidos pelos alunos são muito baixos, todos inferiores a 50 %, tanto no pré como no pós-teste de ambos os grupos. Note-se que os valores totais obtidos no pré-teste encontram-se em norma entre os 10 e os 20 %, existindo apenas 6 alunos (15 % da amostra) que tem resultados inferiores a 10%. No caso dos pós-testes, os resultados não são muito diferentes, embora apenas um aluno do grupo controlo ter obtido um resultado inferiores a 10%, a grande maioria dos alunos apresenta cotações que se encontram entre os 10 e os 20% novamente. É de realçar o facto de que no grupo experimental existem 6 alunos (33% da amostra) apresenta valores superiores a 20%, sendo que desses 33 %, 22% dos valores são superiores a 25 pontos, comparativamente aos 4 alunos do grupo controlo que obtiveram cotações também superiores a 20%, mas nenhuma ultrapassa os 25%.

Face a estes resultados, pode concluir-se que o grupo experimental teve mais sucesso que o grupo controlo no que concerne à temática bacias hidrográficas.

VI. Conclusão

No que concerne às sessões de intervenção, conclui-se, relativamente ao decorrer da intervenção, verifica-se que a construção de modelos requer empenho e disponibilidade por parte dos professores. Este tipo de trabalho prático pode ser adotado facilmente em aulas práticas promovendo de construção de saberes e promovendo criatividade e formulação de questões e procura de informação para a construção do seu modelo. O ensino através de modelos é também possível de ser aplicado através da criação na escola de um clube de ciências, embora estes clubes não incluam todos os alunos, uma vez que grande parte não se sente motivado para participar, preferindo aproveitar o pouco tempo que têm livre, provavelmente resultado do excesso de carga letiva.

Outro dos aspetos pertinentes a enunciar, relativamente ao clube foi o facto de o tempo disponível para a realização das tarefas ter sido relativamente curto. Na maioria das vezes as tarefas propostas para o dia tinham de ser adiadas para a semana seguinte. O facto de estes modelos terem sido realizados pela primeira vez deu origem muitas vezes a erros de construção e

necessidade de reconstruir com o intuito de diminuir as possíveis concepções erróneas inerentes, principalmente no que concerne ao tema bacias hidrográficas. Outra das causas foi a assiduidade dos alunos, que se atrasavam com a desculpa de estarem a almoçar, por exemplo, ou aposentavam-se desculpando-se com o facto de terem teste de avaliação no dia seguinte.

Contudo, o projeto revelou-se um sucesso e tendo sido necessárias apenas doze sessões para a sua conclusão.

Relativamente aos produtos desta investigação, construídos para o módulo de biologia, pode constatar-se que a utilização de *Tenebrio molitor* como organismo modelo para demonstrar as várias fases do ciclo de vida dos insetos é muito favorável. A espécie apresenta uma grande adaptabilidade a novos ambientes, sendo fácil a visualização das diferentes fases do ciclo de vida. As suas necessidades básicas são reduzidas e o tratamento é muito pouco dispendioso.

A utilização de *Lucilla sp.* deu origem a algumas complicações no que concerne à adaptabilidade da espécie, tendo sido necessárias várias tentativas de construção do viveiro até ser possível o desenvolvimento dos organismos. Assim, conclui-se, que apesar de ter sido possível recolher as diferentes fases do ciclo, a utilização desta espécie é menos favorável que a utilização do bicho-da-farinha.

Ainda assim, a utilização de duas espécies diferentes permite aos alunos não só verificarem que diferentes espécies apresentam diferentes tempos de desenvolvimento, e que a adaptabilidade e sucesso da espécie varia consoante o organismo. Puderam ainda verificar que diferentes organismos necessitam de diferentes condições de sobrevivência e que a produção de descendentes é necessária para a sobrevivência.

A visualização dos ciclos de vida *in vivo* transportou os alunos para a realidade que estes apenas podem visualizar nos livros. Os alunos mostraram-se entusiasmados com a visualização das várias fases dos ciclos e contribui para responsabilizar os alunos, na medida em que estes tinham de se dedicar à limpeza e alimentação dos espécimes.

Relativamente ao modelo da bacia hidrográfica, conclui-se que permitiu que os alunos visualizem o impacto da construção antrópica em leito de cheia e verificassem a influência das barragens neste contexto. Embora a sua elaboração necessite de gastos económicos elevados e várias intervenções, o ensino baseado em modelos promoveu a discussão e argumentação entre os alunos e seguiu uma perspetiva de ensino tipo inquiry, tendo em vista uma aprendizagem significativa.

Os resultados estatísticos indicam que, por não existirem diferenças significativas entre os grupos (controlo e experimental) ($U=691,50$; $p=0,378$) no pré-teste, não houve seleção artificial dos sujeitos, encontrando-se todos com o mesmo nível de conhecimentos. Já os resultados obtidos no pós-teste ($U= 569,50$; $p=0.038$) revelam diferenças significativas entre grupos, e permitem aceitar a hipótese H1: "O recurso a modelos e animais modelo no ensino das ciências contribui para potenciar uma aprendizagem significativa dos alunos.", o que se confirma assim através da análise da média obtida no pós-teste do grupo experimental (28,85) que é significativamente superior àquela obtida no grupo controlo (18,43). Verificando-se ainda, sem

recorrer a generalizações, que a utilização de modelos é uma efetivamente importante etapa para a aprendizagem das ciências. Ainda no que concerne aos resultados obtidos, apurou-se que o número de alunos que diminuíram as suas classificações do pré para o pós-teste é muito superior ao número de alunos que o fizeram no grupo experimental (10 e 2, respetivamente). Estes resultados contribuem também para apoiar a hipótese de que o recurso a modelos potencia a melhoria das aprendizagens.

Os resultados estatísticos indicam também que tanto no grupo controlo, como no grupo experimental, houve aprendizagem de novos conteúdos, indicando que não só os métodos tradicionais proporcionam um aumento dos conhecimentos dos alunos, mas também o ensino baseado em modelos, sendo esta, portanto, uma metodologia passível de ser aplicado no currículo do ensino das ciências.

A análise estatística dos temas em específico sugere que no caso da temática “Ciclos de Vida”, ambos os grupos apresentam uma subida da classificação média, sendo de salientar que o aumento é muito superior no grupo experimental (29,67 para 44,75, respetivamente). A análise com os testes estatísticos indica que mais uma vez que o recurso aos modelos foi promotor de uma aprendizagem significativa no grupo experimental ($U=78,00; p=0,002$). O teste de Wilcoxon diz-nos ainda que houve aprendizagem em ambos os grupos, embora no grupo controlo cinco alunos tenham diminuído as suas classificações, não existindo nenhum aluno com estas características no grupo experimental. Podendo novamente afirmar-se que os alunos que puderam construir e visualizar os ciclos de vida das espécies tiveram melhores classificações nos mapas finais.

Para a temática “Bacias Hidrográficas” os resultados do teste de Mann-Whitney indicam que no pós-teste não se encontram diferenças significativas entre o grupo controlo e o grupo que participou no clube ($U=196,50; p= 0,967$). O facto de os resultados obtidos no pós-teste não serem significativos ($U=149,50; p=0,186$) para esta temática pode estar relacionado com duas ameaças à validade do estudo, tais como:

- a) O facto de a amostra ser muito reduzida, não permitindo obter estatísticas significativas;
- b) O facto de que o tema bacias hidrográficas não ser novo para os alunos, sendo constantemente abordado no seu quotidiano, verificando-se que já existia um grande conhecimento dos conceitos, não sendo a melhoria da aprendizagem do pré-teste para o pós-teste significativamente diferente.

Apesar de os resultados do teste de Mann-Whitney para a temática “Bacias Hidrográficas” se apresentarem estatisticamente não significativos, o facto de os valores da média são superiores no grupo experimental, e o facto de o teste de Wilcoxon indicar que nenhum dos alunos que participou no clube teve melhores resultados no pós-teste, contrariamente ao que

acontece no grupo controlo, podem ser dois fatores que mostrem que os modelos foram mais eficazes para o melhoramento das aprendizagens que o ensino tradicional.

A análise detalhada dos mapas sugere que para a temática “Ciclos de Vida”, embora haja aprendizagem em ambos os grupos é possível verificar que há uma maior percentagem de alunos com cotações superiores a 20% no grupo experimental que no grupo controlo. No que concerne à organização hierárquica dos mapas, verifica-se que, contrariamente ao que sucede no grupo controlo, os alunos do grupo experimental têm maior facilidade em organizar os conceitos hierarquicamente. Conclui-se também que a utilização de exemplos e ligações transversal não é adotada por todos os alunos, mas também se verifica que os alunos que participaram no clube utilizam-nos mais frequentemente, indicando que os modelos promoveram a criatividade, e compreensão e facilidade em interligar conceitos e ainda, a capacidade para reconhecer os conteúdos em situações do quotidiano.

No que concerne á componente de geologia, a análise detalhada dos mapas mostra que os alunos de ambos os grupos apresentarem resultados muito baixos, comparativamente à pontuação obtida no mapa de referência em praticamente todos os tópicos de avaliação. O nível de hierarquias é também superior no grupo experimental assim como os valores totais. Novamente a utilização de exemplos é muito reduzida, sendo criticamente inferior à temática ciclos de vida. No entanto verifica-se também que, embora a diferença não seja muito grande, os alunos que pertenceram ao grupo experimental têm resultados melhores que os alunos do grupo controlo.

Assim, e no que concerne à utilização de modelos para o ensino das ciências, conclui-se, sem tentativas de generalizações, e baseado nos resultados estatísticos obtidos, que contribuem para uma aprendizagem significativa dos conteúdos. Favorecendo novamente a importância das atividades práticas para a aprendizagem dos conteúdos, verificados pelos resultados estatísticos.

Relativamente aos objetivos deste estudo, conclui-se que todos foram cumpridos na sua totalidade sendo que a elaboração dos modelos no clube envolveram o desenvolvimento do primeiro objetivo que envolve o desenvolvimento de competências de trabalho colaborativo e de grupo e o facto de os alunos do clube apresentarem maior facilidade em atribuir exemplos, cumpriu implementação de um ensino CTS-A.

Os objetivos de índole científica foram também cumpridos, na medida em que os alunos puderam identificar os processos reprodutivos de dois ciclos de vida e verificar que as espécies são muito suscetíveis a mudanças ambientais e qualquer alteração pode provocar a eliminação da espécie.

Obedeceram-se ainda aos objetivos da componente de geologia, tendo-se promovido, através da visualização do modelo, de que forma é que a construção de barragens afeta as bacias hidrográficas e de que forma a ocupação antrópica dá origem a zonas de risco geológico.

Finalmente, este estudo contribuiu também para a aquisição de competências científicas e pedagógicas necessárias para o desempenho docente, promovendo a relação com os alunos, a determinação de tarefas, a organização da sala de aula, a promoção de uma zona de

desenvolvimento proximal com o aluno através da explicação de conteúdos e esclarecimento de dúvidas.

VII. 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
- Andrade, A., Pinto, S. C., & Oliveira, R. S. (2002). *Animais de Laboratório: criação e experimentação*. Editora Fiocruz. Rio de Janeiro. Brasil.
- Araújo, (2012). *Estratégias de mitigação do risco de cheia aplicadas ao estudo de caso da ribeira da Laje no concelho de Oeiras*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Porto. Portugal.
- Arkive, (2013). *House fly (Musca domestica)*. Em <http://www.arkive.org/house-fly/musca-domestica/>, acedido a 17 de janeiro de 2014.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. Nova Iorque.
- Azevedo, (2007). *Situações de risco: cheias e inundações*. Produção Académica. Em <http://www.administradores.com.br/producao-academica/situacoes-de-risco-cheias-e-inundacoes/186/>, acedido a 17 de janeiro de 2014.
- Bolacha, E., & Fonseca, P.E., (2010). A relevância da Geologia Experimental para o conhecimento da Terra: contributos da Tectónica. *Revista Electrónica de Ciências da Terra Geosciences On-line Journal*, VIII Congresso Nacional de Geologia. 15 (32).
- 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. Uma Experiência na Formação de Professores. *Geonovas*. 2(20): 33-56.
- Bolker, J. A. (1995). Model systems in developmental biology. *BioEssays*, 17(5), 451-455.
- Bozelli, F. C. & Nardi, R. (2005). O uso de Analogias e Metáforas como Recursos Didáticos no Ensino de Física. *Tecné, Episteme y Didaxis*. (17), 60-62
- Cachapuz, A. F.; Praia J. J.F.M.; & Jorge M. P. (2002). *Ciência, educação em ciência e ensino das ciências*. Lisboa: Portugal.
- Centeio, N. (2011). *Entomologia Forense da Vida Selvagem: Morfologia Comparada de Estádios Imaturos e Adultos de Calliphoridae recolhidos em cadáveres de fauna selvagem*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa. Lisboa. Portugal.
- Coelho, A. L. N. (2008). Geomorfologia fluvial de rios impactados por barragens. *Caminhos de Geografia*. 9(26), 16 – 32.
- Coradassi, C.E, Coradassi, A.L.F, Guimarães, C., Minini, R.A.B, & Horst,C.E. (2009). *Modelos Substitutivos no Ensino de Fisiologia Animal*. Seminário internacional “Experiencias de Agendas 21: Os desafios do nosso tempo”. Ponta Grossa. Brasil.
- Del Re, G. (2000) Models and analogies in science. *An International Journal of the Philosophy of Chemistry*, 6 (1), 3–12.
- 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.
- Fonseca, P., Barreiras, S., & Vasconcelos, C. (2005). Trabalho Experimental no Ensino da Geologia: Aplicações da Investigação na sala de aula. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII congresso.
- Freire, P. (1996). *A importância do ato de ler*. São Paulo: Moderna, 2003. In *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática educativa*. 25ª. edição. São Paulo: Paz e Terra.
- Gilbert, J. K. (2004). Models And Modelling: Routes To More Authentic Science Education. *International Journal Of Science And Mathematics Education* 2(2), 115–130.

- Giordan, M. (1999). *O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências*. II encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. Universidade de São Paulo. São Paulo Brasil.
- Gonçalves J. A., & Nunes M. T. (2005). *Estilos de investigação: Estudos quasi-experimentais*. Metodologia da Investigação I. Departamento de ensino. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa.
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2010). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1-11.
- Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Lewontin, R. C., Gelbart, W. M., Suzuki, D. T., & Miller, J. H. (2000). Genetics and the organism. In Griffiths, A. J. F., Wessler, S. R., Lewontin, R. C., Gelbart, W. M., Suzuki, D. T., Miller, J. H. (Ed.) *An Introduction to Genetic Analysis. 8th edition*. (pp: 13-26). W. H. Freeman and Company. New York.
- Harris A. D., McGregor J C., Perencevich E. N., Furuno J. P., Zhu J., Peterson D. E., & Finkelstein J. (2006). The Use and Interpretation of Quasi Experimental Studies in Medical Informatics. *Journal of the American Medical Informatics Association*. 13:16–23.
- Hickman, J. C., Roberts, L., Keen, S., Larson, A., l'Anson, H., & Eisenhour, D. (2008). *Integrated principlis of zoology. 14ª edição*. McGraw-Hill International Edition. Avenue of the Americas. New York
- Hodson, D. (2003). Time for action: science education for an alternative future. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670.
- Jackson, J., Dukerich, L. & Hestenes, D. (2008). Modeling Instruction: An Effective Model for Science Education. *Science Educator*. 17(1).
- Justi, R. S. & 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.
- Keiding, J. (1986). *The Housefly. Training and Information Guide*. World Health Organization. Danish Pest Infestation Laboratory. Lyngby. Denmark.
- Kramer D. C., (s.d.) *Animals in the Classroom*, (Living Science Handout, Trad.). Obra original publicada em 1989).
- Krapas, S., Queiroz, G., Colinvaux, D., & Franco, C. (1997). Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências. *An international journal on research in science teaching*. V2(3), 185-205.
- Machado L. M., Maia, G. Z. A., Labegalini A. C. F. B. (2007). *Pesquisa em Educação: passo a passo*. Edições M3T. Tecnologia e Educação.
- Melms, D. (2010). *Biotic Inventory-Documenting Diversity at the Katharine Ordway Natural History Study Area*. Em http://www.maclester.edu/ordway/biodiversity/inventory/2010spring/Biotic%20Inventory_Mealworm%20Beetle%20copy.html, acessado a 5 de dezembro de 2013.
- Mendes, A.; Rebelo, D.; Pinheiro, E.; Silva, C. P.; Amador, F.; Baptista, J. F. P.; Valente, R. A.; & Cunha, J. A. M., (2003). *Programa de Biologia e Geologia - 11º ou 12º anos*. Ministério da Educação. Lisboa.
- Morrison, M. Y & Morgan, M. S. (1999). Models as mediating instruments. In Morrison, M. Y & Morgan, M. S (Ed.), *Models as Mediators. Perspectives on natural and social science*. (pp. 10-37) Cambridge: Cambridge University Press.
- Novak, J. D., & Gowin, D.B. (1996). *Aprender a Aprender*. (Valadares C. Trad.). Plátano Edições Técnicas. Lisboa.
- Ogborn, J. (1997), "Constructivist metaphors of learning science". *Science & Education*. 6:121.
- Oliveira, C. (2005). *O comportamento da Bacia Hidrográfica da Ermida perante diferentes episódios chuvosos*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Pedrosa, A. S. (2006). *A integração da prevenção dos riscos no ordenamento territorial*. Colóquio sobre "Paisagem, Património e Riscos Naturais: perspectivas de planeamento comparado". Programa NOÉ – Interreg IIIC. Porto.
- Pietrocola, M. (1999). Construção e Realidade: O Realismo Científico de Mário Bunge e o Ensino de Ciências Através de Modelos. *Investigações em Ensino de Ciências*. 4(3), 213-227
- Ramos, C. & Reis, E. (2001). *As cheias no sul de Portugal em diferentes tipos de bacias hidrográficas*. Finisterra, XXXVI, 71, 61-82, Lisboa.
- Rebelo, F. (2003). *Riscos naturais e ocupação antrópica*. Coimbra. Imprensa da Universidade.
- Ribeiro, B. M. G. (2009). *Efeito das barragens no transporte sedimentar fluvial*. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro. Aveiro. Portugal.

- Rosária, J. (2006). La Enseñanza de Ciencias basada en la Elaboración de Modelos. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(2), 173–184
- Ball, J. (2001). Soil and Water Relationships. *The Samuel Roberts Noble Foundation*. Em <http://www.noble.org/ag/soils/soilwaterrelationships/> acedido a 23 de Agosto de 2014.
- 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.
- Singh, P. (1975). *Yellow mealworm, Linnaeus, life cycle*. Department of Scientific and Industrial Research. New Zealand.
- Taveira, A. (1949). *Permeabilidade dos materiais aquíferos – sua determinação*. Tese de doutoramento, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, Portugal.
- Teixeira, M. (2005). *Reposição da Permeabilidade dos Solos. Desafios para o Urbanismo Futuro*. Universidade do Porto.
- Van Driel, J. H. & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*. 21(11), 1141-1153
- Van Driel, J. H. & Verloop N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*. 24(12), 1255–1272.
- Vieira, R., & Vieira, C. (2005). *Estratégias de Ensino/Aprendizagem*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind and society: The development of higher mental processes*. Harvard University Press Cambridge.
- WormClassroom, (2014). *Teaching With Model Organisms*. Em http://www.anpad.org.br/rac/rac_guia_apa.pdf, acedido a 14 de janeiro de 2014.

Legislação:

Diário da República, 2.a série—N.o 132—11 de Julho de 2007. Parecer n.o 1/2007. Alteração ao Decreto-Lei n.o 74/2004, de 26 de Março, e respetivos anexos, retificado pela Declaração de Retificação n.o 44/2004, de 25 de Maio

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Mapas de conceitos de referência

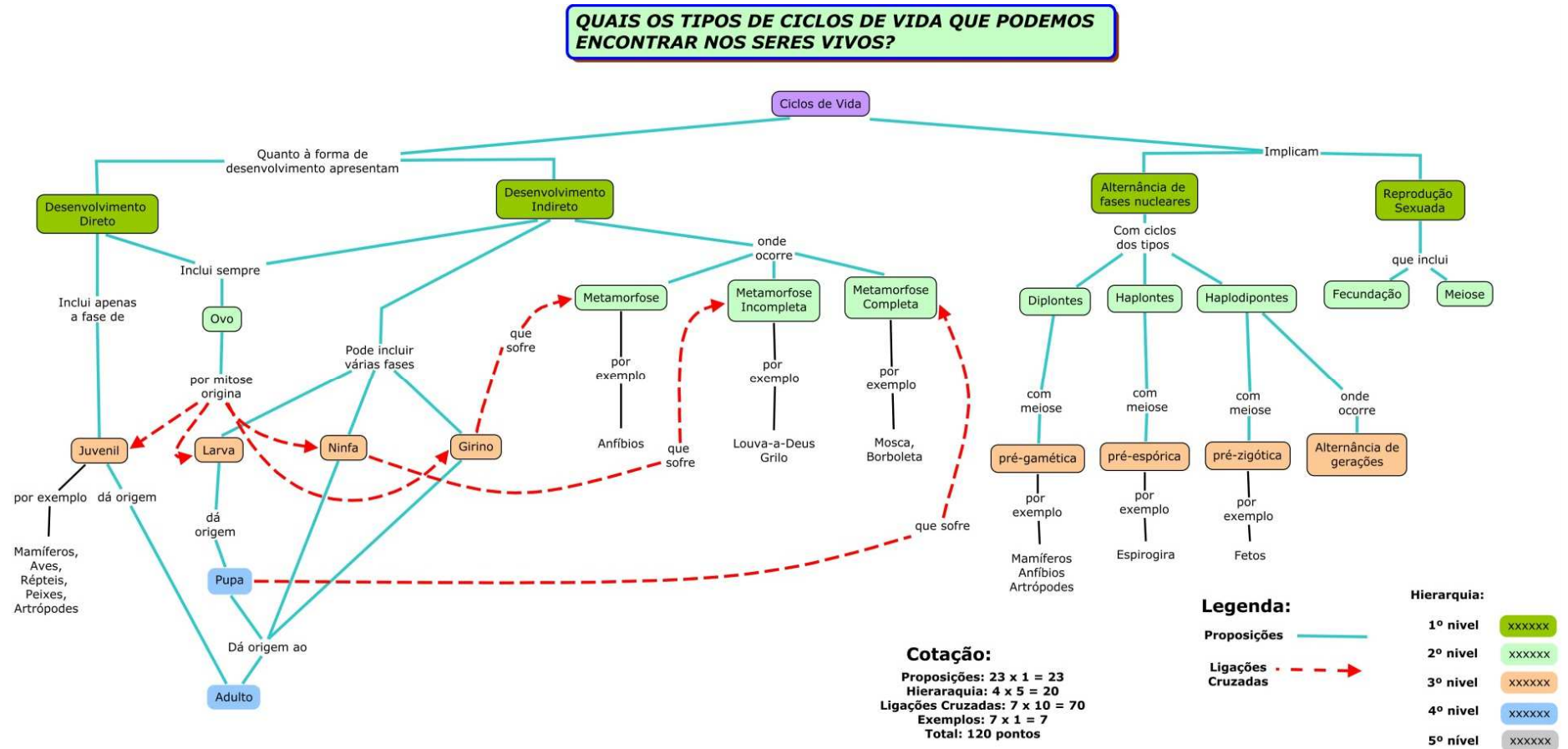


Fig. 22 -Mapa de conceitos de referência sobre Ciclos de Vida.

O que podes inferir relativamente às bacias hidrográficas?

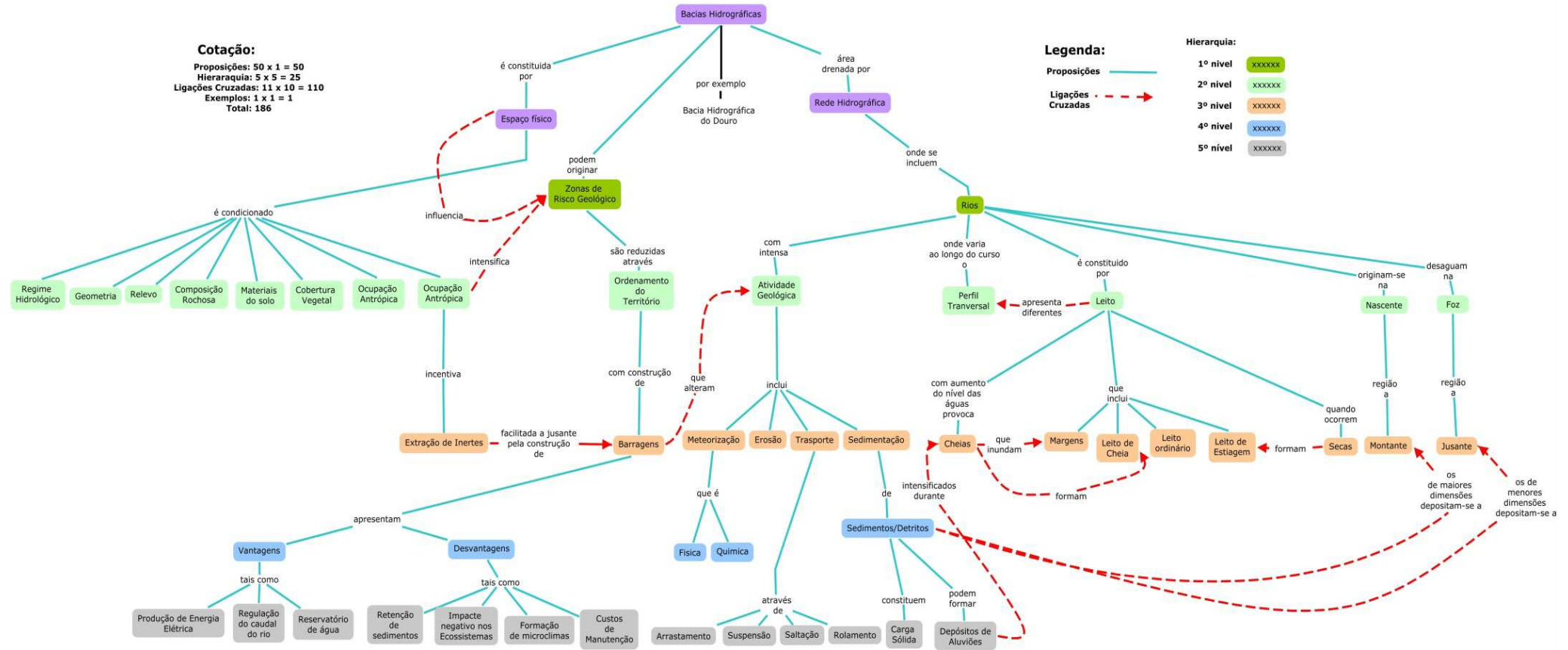


Fig. 23 - Mapa de conceitos diagnóstico sobre Bacias Hidrográficas.

ANEXO 2. Documentos entregues aos alunos para construção dos seus mapas de conceitos.


Nome: _____ Turma: ____ Nº: ____	Núcleo de estágio de Biologia e Geologia	
Elabora um mapa de conceitos de forma a responder à questão problema. Para isso, mobiliza os conceitos que se encontram na coluna à direita. Caso seja pertinente podes acrescentar outros conceitos.		
Quais os tipos de ciclos de vida que podemos encontrar nos seres vivos?		Conceitos: <ul style="list-style-type: none">• Alternância de fases nucleares• Fase Diploide• Fecundação• Gâmeta• Ciclos de vida• Fase Haploide• Reprodução assexuada• Reprodução sexuada• Gónadas• Esporos• Esporulação• Meiose• Mitose• Zigoto• Ser haplonte• Ser diplonte• Multicelular• Espirogira• Polipódio• Diferenciação celular• Ócito II• Espermatozoide• Bipartição• Multiplicação vegetativa• Fragmentação• Mamíferos• Insetos• Multicelularidade• Gametângios• Oosferas• Gametófitos••

Fig. 24 – Ficha diagnóstico com questão-problema e conceitos, para os Ciclos de Vida.


Nome: _____ Turma: ____ Nº: ____	Núcleo de estágio de Biologia e Geologia	
Elabora um mapa de conceitos de forma a responder à questão problema. Para isso, mobiliza os conceitos que se encontram na coluna à direita. Caso seja pertinente podes acrescentar outros conceitos.		
O que podes inferir relativamente às bacias hidrográficas?		Conceitos: <ul style="list-style-type: none">• Bacia hidrográfica• Rede hidrográfica• Leito• Leito de cheia• Perfil transversal• Erosão• Transporte• Deposição• Ordenamento do território• Risco geológico• Extração de inertes• Sedimentos• Barragem••
BACIA HIDROGRÁFICA		

Fig. 25 - Ficha diagnóstico com questão-problema e conceitos, para as Bacias Hidrográficas.

ANEXO 3 – Materiais e Métodos para a construção dos modelos

Construção da bacia hidrográfica

Materiais:

- ✓ Caixa de arrumação AKI de 42L
- ✓ 7 latas de espuma expansiva de poliuretano de 750 mL
- ✓ Bomba de água “Submarine watter pump” 1000L/Hr
- ✓ Aglomerado de madeira do tipo MDF 2m²
- ✓ Ripas de madeira de 3 por 2 cm
- ✓ 24 parafusos
- ✓ Chave de fendas
- ✓ Martelo
- ✓ Rede de galinheiro 2m²
- ✓ 2 latas de tinta em spray de 500mL verde
- ✓ 1 lata de tinta em spray de 500mL azul
- ✓ 1 lata de tinta em spray de 500mL cinzenta
- ✓ Alicate de corte
- ✓ Vários Bisturis
- ✓ Mangueira de 2m com diâmetro correspondente à bomba utilizada.
- ✓ Pistola de agrafos
- ✓ Agrafos
- ✓ Arame

Métodos:

1. Utilizar a caixa de arrumação como base da barragem e com a madeira e ripas, parafusos e agrafos começar a construir a estrutura visível abaixo. Inicialmente começar por unir as ripas com os parafusos tendo como modelo de largura a caixa de arrumação e deixar alguns centímetros a mais, cerca de 20, no comprimento, para posteriormente ser possível colocar a mangueira a passar por entre esse espaço.
2. Posteriormente colocar a parte externa da madeira, não esquecendo que terá de ter uma parte mais alta, que será onde posteriormente se encontrará a nascente. Mais tarde colocar ripas em sentido vertical, de forma a posteriormente se puder colocar a rede e formar as zonas com relevo mais acidentado.
3. Quando a estrutura externa estiver concluída recortar vários pedaços da rede, com o alicate de corte, e começar a fixar a rede com a pistola de agrafos à madeira. Posteriormente recortar mais pedaços de rede e colocar por cima da primeira, e fixá-las com o auxílio do arame.
A rede deve ser colocada, não esquecendo de ir formando os relevos e não esquecer, que quanto mais rede tiver e menos espaços vazios, menor será depois a fuga do poliuretano.
4. Depois de fixar a rede, verter o poliuretano. O poliuretano terá de ser adicionado várias vezes, mas espaçadamente. Deve-se deixar secar a primeira camada e cerca de um dia ou dois depois, dependendo do estado do tempo, colocar a outra camada. A aplicação do poliuretano necessita sempre do uso de luvas e bata.
O poliuretano deve ainda ser colocado sempre tendo em conta o relevo que se irá formar.
5. Após adição do poliuretano, colocar a estrutura da barragem.
6. Posteriormente, com o auxílio do bisturi recortar o poliuretano, melhorando o relevo da estrutura.

- De seguida, colocar, na zona final da estrutura, que será a zona onde a bacia hidrográfica irá desaguar, a bomba de água, e, com a mangueira, ligar a extremidade da bomba com a zona de nascente, no topo da estrutura.
- No final, e após alguns testes para verificar o funcionamento da estrutura e se não é necessário mais espuma ou recortes no relevo, para que a água consiga deslocar-se pelas zonas projetadas para isso, pintar a barragem com tinta de spray.

Comporta da barragem

- ✓ 3 placas de plástico de aproximadamente 20 por 30 cm e 5mm de espessura.
- ✓ Cola
- ✓ Tesoura

- Começar por cortar uma das placas em 3 partes iguais, e posicionar as placas na vertical. Para melhor compreensão vou chamar a estas 3 placas recortadas, placas do meio.

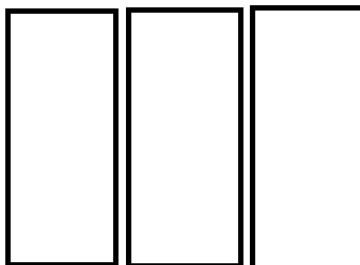


Fig. 26 – As três placas recortadas com a mesma dimensão, que resultaram do recorte de uma das placas iniciais.

- Cortar o centro das outras duas placas iniciais, fazendo dois furos, separados por um centro, não recortado, como mostra a figura.

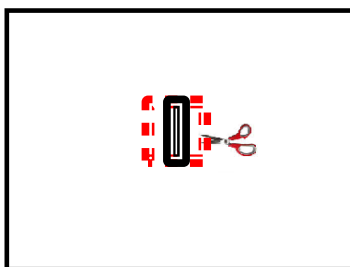
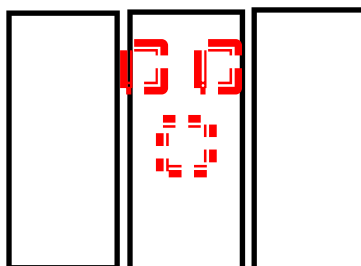


Fig. 27 - Recorte do centro de uma outra placa inicial, a parte a ser recortada é a zona tracejada a vermelho.

- Utilizando novamente as placas do meio, agora recortadas em 3 diferentes, recortar a placa central, como mostra a figura:

O buraco do centro deverá ter as mesmas dimensões do das outras duas placas.



- De seguida, colar as duas placas recortadas das extremidades da placa do meio, às duas placas, uma colando em frente e a outra colando atrás das placas do meio. A placa central servirá para a formação da comporta da barragem, porque, não estando colada, servirá para, ao subir, fechar o centro recortado das placas e ao descer, unir o centro recortado ao centro das outras placas, e permitir a passagem da água.

Construção das árvores

Materiais:

- ✓ Rolo de fio de sisal
- ✓ Serrim
- ✓ Tinta verde de pintar madeira
- ✓ Cola branca
- ✓ Tesoura
- ✓ Arame
- ✓ Alicates de corte



Fig. 28 - Procedimento 6 da construção das árvores.

Métodos:

- Pintar o serrim com a tinta verde de pintar madeira e deixar secar.
- Com o alicate de corte, cortar o arame em dois mais pequenos, de cerca de 10 cm cada um.
- Com o alicate de corte, unir pela ponta os dois arames, enrolando um sobre o outro, no topo, três vezes.
- Cortar, com a tesoura, fio de sisal em pequenos fios de 3 a 4 cm, que cubram na perpendicular, um dos arames de 10 cm.
- Colocar os fios de sisal cortados a cobrir um dos arames e separar o fio em fiadas mais pequenas.
- Segurar, com a ajuda do alicate, a ponta enrolada dos arames e enrolar os arames um no outro, com o sisal no meio.
- Com a ajuda da tesoura aparar os fios de sisal até se começar a evidenciar a estrutura da árvore.

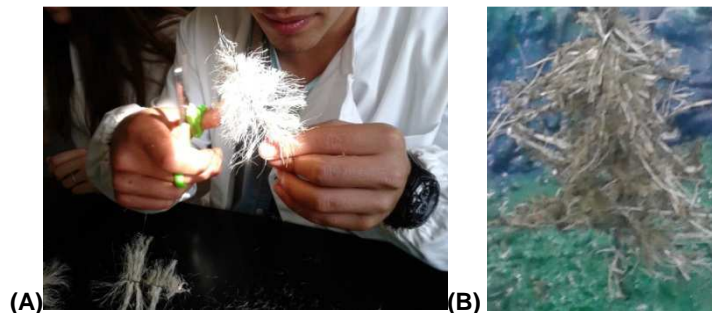


Fig. 29 – (A) Procedimento 7 e (B) árvore final após procedimento 8.

- Colocar as árvores em cola branca e posteriormente verter o sisal, previamente pintado de verde nas árvores e deixar secar.

Construção das casas

Materiais:

- ✓ Embalagens de refrigerantes de 200 ml vazias.
- ✓ Tesoura
- ✓ X-ato
- ✓ Fita-cola

Métodos:

1. Com a tesoura, recortar uma caixa de sumo vazia a meio e colocar a caixa com a parte fechada virada para cima.
2. Recortar, com o X-ato, as janelas da casa.
3. Recortar em duas metades iguais a parte de cima da caixa, e utilizar uma das metades para construir o telhado.
4. Colar os lados do telhado à parte de baixo da caixa.
5. Fazer uma pequena incisão com o X-ato no telhado e, com sobras de recortes, enrolar e colocar sobre a incisão de forma a formar a chaminé.



Fig. 30 - Apresentação final das casas

Construção dos ciclos de vida em etanol

Materiais:

- ✓ Frascos de vidro
- ✓ Papel acrílico
- ✓ Tinta-da-china
- ✓ Alfinetes
- ✓ Álcool a 70%

Métodos:

1. Caso não haja álcool a 70% então iniciar a atividade pela diluição do álcool em água.

Caso o álcool esteja a 96%, como era o caso, então primeiro calcular a quantidade de água a adicionar:

$$96\% - 1L$$

$$70\% - x \quad x = 0,73 L$$

$$0,73L - 1 = 0,27 L$$

Logo é necessário adicionar 0,27 L de água e 0,73 L de álcool para obter álcool a 70%.

2. Encher os frascos com o álcool a 70%.
3. Recortar, conforme o tamanho do recipiente de vidro, o papel acrílico.
4. Fixar os espécimes mortos com os alfinetes no papel acrílico e desenhar as linhas que direcionam o ciclo de vida e a legenda, com a tinta-da-china.

Construção dos viveiros

Materiais:

Para a construção dos viveiros de *Tenebrius molitor* e *Zophobas zophoba*:

- ✓ Caixas de plástico com tampa de entre 30 a 50L.
- ✓ Farelo de Trigo
- ✓ Cenouras
- ✓ Papel de cozinha
- ✓ Tesoura de bicos afiados ou furador.

Métodos:

1. Colocar o farelo de trigo, as cenouras e o papel de cozinha dentro da caixa de plástico.
2. Furar, algumas vezes, as tampas com a tesoura de bicos afiados ou com o furador.
3. Introduzir os espécimes.

Para a construção do viveiro de *Lucilla sp.*:

Materiais:

- ✓ Garrafão de plástico
- ✓ Comida de cão
- ✓ Água
- ✓ Farelo de trigo
- ✓ Almofariz e pilão
- ✓ Meia de vidro

Métodos:

1. Recortar o gargalo do garrafão de plástico.
2. Com o almofariz e o pilão triturar a comida de cão em pedaços mais pequenos.
3. Colocar a comida de cão no garrafão, até perfazer o fundo e adicionar algumas gotas de água, apenas para humedecer a comida de cão.
4. Adicionar o farelo de trigo, suficiente para cobrir a comida de cão.
5. Introduzir os espécimes e cobrir a zona aberta do recipiente com uma meia de vidro.