

Rochas Sedimentares Biogénicas: O papel do jogo na aprendizagem científica

Joana Isabel da Silva Faria

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

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do
Território

2016



Rochas Sedimentares Biogénicas: O papel do jogo na aprendizagem científica

Joana Isabel da Silva Faria

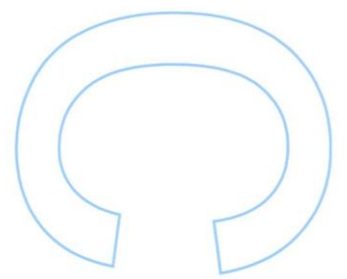
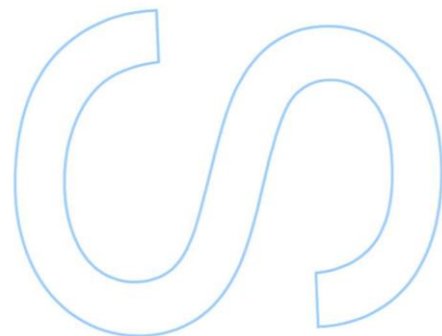
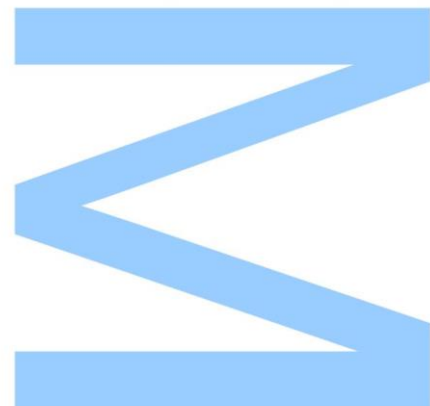
Mestrado em Ensino de Biologia e de Geologia no 3º Ciclo do
Ensino Básico e no Ensino Secundário

Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território
2016

Orientadores Científicos

Prof.^a Clara Vasconcelos, Professora Auxiliar Agregada, Faculdade de Ciências
da Universidade do Porto

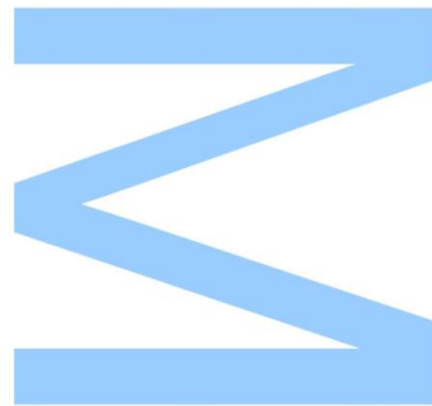
Prof. Luís Calafate, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da Universidade
do Porto





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

Porto, ____/____/____



Agradecimentos

Aos Orientadores Científicos, Doutora Clara Vasconcelos e Doutor Luís Calafate, pela disponibilidade, paciência, apoio e dedicação demonstrada não só durante o último ano mas durante os dois anos de convivência. Agradeço especialmente pelos conselhos, pelas palavras meigas e, mais ainda, por todo o incentivo.

À Cátia Santos, não só colega de estágio mas amiga de longa data, companheira de aventuras e de loucuras, pelo companheirismo, pela dedicação, pelo afeto, pelas brincadeiras, pelos bons momentos, pelas lições e, principalmente pela amizade inestimável.

À Cláudia Magalhães, colega de estágio e estimada amiga, pela loucura desmedida, pelo companheirismo, pelas gargalhadas, pelos momentos de descontração, pela ajuda, pela imensidão de palavras doces e, mais ainda, pelo lugar que agora ocupa no meu coração. Sem elas, Cátia e Cláudia, isto não teria sido possível.

Aos meus pais, pela sua dedicação e amor e pelas oportunidades proporcionadas. Sem eles, nunca teria chegado aqui.

Ao meu irmão, por ser a minha luz, o meu companheiro de todos os dias, o meu eterno menino, por me acompanhar, por me ouvir e por me entender como só ele sabe.

Às minhas queridas amigas Quitéria Coelho e Filipa Gomes, por muitos anos de partilha, por momentos únicos e pela força que tantas vezes me emprestaram. Obrigada, companheiras.

À Sofia Monteiro e à Ana Ribeiro por todas as conversas, pela ajuda, pela partilha, pela aprendizagem e pelas tardes bem passadas. Sentirei muito a vossa falta.

À Eva Teixeira, por ser a melhor amiga que podia pedir. Agradeço, acima de tudo, por ter tido a sorte de cruzar o seu caminho e de a levar comigo para sempre.

Aos meus alunos, todos esses com quem partilhei o meu amor à docência, um agradecimento especial por me fazerem uma profissional melhor e um ser humano mais completo.

À D. Margarida e ao Sr. Armando, os melhores futuros sogros que uma jovem pode ter, agradeço o carinho, a compreensão e a paciência mas, acima de tudo, toda a ajuda.

Ao amor da minha vida, ao meu melhor amigo, a minha metade, Luís Romano, agradeço o amor, o carinho, o miminho, as brincadeiras, os risos e os silêncios, a felicidade inabalável.

*Dedico este trabalho ao meu tio Gusto. Estejas onde
estiveres, espero que estejas orgulhoso.
Isto foi por ti, pelo que me ensinaste e pelo que me
mostraste. Isto é para nós, eternos aprendizes.
Isto é para ti.*

Resumo

Os jogos afiguram-se como um recurso com inúmeras aplicações no contexto educacional, capaz de potenciar as aprendizagens ao nível do Ensino das Ciências, com reconhecidos benefícios educativos, incluindo maior motivação, colaboração e interatividade, enriquecendo e dinamizando o ambiente de aprendizagem. Promove-se também a compreensão de conhecimento substantivo, processual e epistemológico, bem como o desenvolvimento das capacidades investigativas defendidas numa Perspetiva de Ensino Orientado para a Investigação.

Reconhecendo a sua enorme potencialidade, foi desenvolvido e aplicado um jogo didático no âmbito da temática “Geologia, problemas e materiais do quotidiano”, que consta do programa curricular de 11º ano de escolaridade da disciplina de Biologia-Geologia. O objetivo do estudo prendeu-se com a avaliação dos efeitos da aplicação de jogos no processo de aprendizagem, quer ao nível da componente concetual quer ao nível da componente atitudinal e comportamental. A combinação de métodos foi a metodologia escolhida uma vez que integra a utilização de métodos qualitativos e quantitativos, permitindo uma melhor compreensão dos fenómenos estudados. O estudo foi aplicado a uma amostra de conveniência constituída por vinte alunos do 11º ano de escolaridade de uma escola pública de uma zona urbana do norte do país.

Os resultados permitem concluir que a utilização de jogos didáticos em sala de aula contribui favoravelmente para a aprendizagem de conteúdos concetuais, processuais e epistemológicos, estimulando a participação, a interação, a motivação e a atenção dos alunos envolvidos.

Os jogos didáticos constituem, por isso, importantes ferramentas educativas para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem, promovendo, não só, o desenvolvimento do raciocínio científico e das capacidades investigativas, como também, o gosto pela ciência.

Palavras-Chave: Combinação de Métodos, Ensino Orientado para a Investigação, Jogos Didáticos, Rochas Sedimentares Biogénicas

Abstract

Games are known as a resource with several applications in the educational context, being able to enhance the learning potential of science education, with renowned educational benefits, including greater motivation, collaboration and interaction, making a more resourceful and stimulating learning environment. They also promote the understanding of substantive, procedural and epistemological knowledge, and the development of investigative skills advocated by Inquiry based learning perspectives.

Acknowledging its great potential, an educational game was developed and applied, under the theme “Geology, problems and everyday materials”, which is a part of the 11th grade Biology and Geology curriculum. The goal of this study was to evaluate the impact of the application of games on the learning process, both at the conceptual level and the behavioural and attitudinal level. The mix method research was the chosen methodology, since it uses quantitative and qualitative methods, allowing a better understanding of the studied phenomena. The study was applied to a convenience sample consisting of twenty students attending the 11th grade of a public school, located on a metropolitan area on northern Portugal.

We can conclude from the results that the use of educational games in the classroom has a positive effect on the learning of conceptual, procedural and epistemological content, stimulating the participation, interaction, motivation and concentration of students.

Educational games are, therefore, important tools for the improvement of the teaching-learning process, promoting not only the development of scientific reasoning and investigative skills, but also the interest in science.

Keywords: Mixed Method Research, Inquiry Based Learning, Educational Games, Biogenic Sedimentary Rocks

Índice

Agradecimentos.....	i
Resumo	iii
Abstract	iv
Índice.....	v
Lista de tabelas.....	vii
Lista de figuras	viii
Lista de abreviaturas.....	ix
Capítulo I Introdução.....	10
I.1. Contextualização Curricular do Estudo.....	10
I.2. Problema, hipótese e objetivos de investigação	11
I.3. Organização do Estudo	12
Capítulo II Enquadramento teórico.....	14
II.1. Rochas Sedimentares Biogénicas	14
II.1.1. Rochas Carbonatadas – Os Calcários Biogénicos	14
II.1.2. A componente biológica dos calcários	16
II.1.3. Recursos Energéticos – Carvão e Petróleo.....	19
II.2. Exploração e utilização das rochas sedimentares	22
II.2.1. Importância económica das rochas sedimentares biogénicas	22
II.2.2. Impactes ambientais da exploração e utilização do carvão e do petróleo ..	22
II.2.3. Medidas de minimização dos impactes ambientais da exploração e utilização do carvão e do petróleo	23
Capítulo III Perspetiva de Ensino	25
III.1. Ensino Orientado para a Investigação	25
III.2. Dinâmica de aula e recursos educativos	27
Capítulo IV Metodologia de Investigação	28
IV.1. Combinação de Métodos	28
IV.2. Técnicas e instrumentos de investigação.....	30
IV.2.1. Grelha de Observação.....	30
IV.2.2. Teste (pré e pós)	32
IV.2.3. Validade e Fidelidade dos instrumentos de recolha de dados	33
IV.3. Amostra	34
Capítulo V Programa de Intervenção	35
V.1. Recurso Educativo: O Jogo Sedimentar.....	35

V.1.1. Dinâmica de Jogo.....	37
V.1.2. Regras do Jogo	38
V.2. Operacionalização do Programa de Intervenção.....	38
V.2.1. Aplicação das unidades de Pré e Pós-teste.....	39
V.2.2. Preenchimento da Grelha de Observação	39
Capítulo VI Resultados e Discussão	39
VI.1. Resultados da aplicação do teste.....	40
VI.2. Resultados da aplicação da Grelha de Observação.....	42
VI.3. Discussão dos resultados obtidos	44
Capítulo VII Conclusões.....	45
VII.1. Conclusões Gerais.....	45
VII.2. Limitações e sugestões para futuras investigações.....	47
VII.3. Implicações para o desenvolvimento profissional.....	48
Referências Bibliográficas	50
Apêndice I.....	55
Apêndice II.....	56
Apêndice III.....	58
Apêndice IV	62

Lista de tabelas

Tabela I.1 - Principais objetivos do estudo.....	10
Tabela II.1 - Composição média da madeira e dos diferentes carvões.....	19
Tabela IV.1 - Parâmetros aferidos na grelha de observação, referente ao Programa de intervenção, com descrição dos níveis de desempenho.....	30
Tabela IV.2 - Caracterização das questões que constam do teste aplicado a dois tempos (pré e pós).....	31
Tabela VI.1 - Média dos resultados obtidos no pré e pós-teste (0-200), com desvio padrão e registo de valores mínimos e máximos.....	40

Lista de figuras

Figura II.1 - Exemplares de calcários biogénicos.....	15
Figura II.2 - Alguns exemplares de conchas <i>Bivalvia</i>	17
Figura II.3 - Evolução da utilização dos diferentes combustíveis entre 1973 e 2014, na OCDE.....	24
Figura V.1 - Jogo Sedimentar.....	34
Figura V.2 - Exemplos de questões presentes no Jogo Sedimentar.....	35
Figura VI.1 - Cotações médias obtidas pelos alunos em cada questão, para o pré e pós-teste.....	39
Figura VI.2 - Resultados aferidos pela aplicação de grelha de observação durante o PI, para cinco parâmetros.....	41
Figura VI.3 - Resultados aferidos pela aplicação de grelha de observação no decorrer de aula de cariz expositivo, para quatro parâmetros.....	42

Lista de abreviaturas

CTSA	Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente
EOI	Ensino Orientado para a Investigação
IPP	Iniciação à Prática Profissional
Mtoe	Million tonnes of oil equivalent
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico
PES	Prática de Ensino Supervisionada
PI	Programa de Intervenção

Capítulo I | Introdução

O presente relatório de estágio contempla um Programa de Intervenção (PI) aplicado no âmbito da Prática de Ensino Supervisionada (PES), no decorrer da Iniciação à Prática Profissional (IPP), inserido no contexto de formação de professores. O PI foi aplicado no decorrer do ano letivo 2015/2016, a uma turma do 11.º ano do Ensino Secundário de uma escola secundária de uma zona urbana da cidade do Porto.

A prática de ensino supervisionada é o primeiro contacto que os professores em formação têm com a realidade das escolas portuguesas e com as dificuldades que estas enfrentam. Talvez devido à elevada densidade tecnológica que rodeia e sufoca a sociedade atual, uma das dificuldades encontradas pelos docentes em serviço prende-se com a manutenção dos níveis de atenção, motivação e interesse dos alunos ao longo de uma aula, ao mesmo tempo que tentam cumprir os extensos programas curriculares. Mais ainda, quando falamos de ensinar ciências, recai sobre o professor a responsabilidade de mostrar o que é ciência e como se faz ciência, cultivando o gosto pela ciência e promovendo, dessa forma, a literacia científica. Ensinar ciência é também ensinar como fazer ciência.

Nesse sentido, estudos que envolvem a aplicação de materiais e recursos didáticos tornar-se-ão ferramentas essenciais tanto para os professores em formação como para aqueles que se encontram no ativo, ferramentas essas que poderão auxiliar os docentes na manutenção dos níveis de atenção e interesse dentro da sala de aula, bem como promover um ambiente de ativa participação e colaboração entre discentes. É, por isso, fundamental investir na criação de recursos adequados às novas realidades, o que permitirá enriquecer o ambiente de aprendizagem mas também promover a aprendizagem de ciência e da natureza da própria ciência.

I.1. Contextualização Curricular do Estudo

O estudo em causa resultou na criação e aplicação de um jogo didático, em contexto formal, de forma a promover o questionamento, a problematização, a criação de hipóteses e o desenvolvimento do raciocínio científico, tendo em vista uma perspetiva de Ensino Orientado para a Investigação (EOI). Pretendeu-se, pois, verificar se a aplicação do jogo didático teria influência no processo de ensino-aprendizagem. O PI foi realizado no contexto do Tema IV “Geologia, problemas e materiais do quotidiano” do Programa de Biologia-Geologia para o 11.º ano de escolaridade, no domínio “2. Processos e materiais geológicos importantes em ambientes terrestres”, no âmbito do subdomínio “2.1. Principais etapas de formação das rochas sedimentares. Rochas sedimentares. As rochas sedimentares, arquivos históricos da

Terra”, tendo sido, ainda, realizada uma integração com a “Unidade 8 – Sistemática dos Seres Vivos” da componente de Biologia do mesmo Programa Curricular.

Para dar resposta às questões de investigação propostas no subcapítulo seguinte, foi elaborado um teste e uma grelha de observação, devidamente validados *a priori* da aplicação do PI.

I.2. Problema, hipótese e objetivos de investigação

Considerando os argumentos expostos nas secções anteriores que justificam a importância deste estudo, procurou-se com o presente trabalho verificar se a aplicação de um jogo didático auxilia a aprendizagem de conteúdos conceituais e influencia a componente atitudinal, no âmbito do tema IV “Geologia, problemas e materiais do quotidiano” do Programa de Biologia-Geologia para o 11º ano de escolaridade. Pretendeu-se, pois, averiguar se a aplicação de um jogo didático em contexto formal interfere positivamente na aprendizagem e nos comportamentos dos alunos envolvidos no Programa de Intervenção apresentado nesta investigação.

Estabeleceram-se, portanto, os principais objetivos deste estudo, que se apresentaram como orientadores do desenvolvimento do mesmo, destacando-se a sensibilização dos discentes para a importância das rochas sedimentares biogénicas e os impactes da sua exploração, bem como a sua importância económica, no sentido da promoção de dinâmicas Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA). Apresenta-se, na tabela I.1. uma compilação dos principais objetivos que se perspetivaram alcançar com o estudo.

Tabela I.1 - Principais objetivos do estudo

Tipologia	Objetivos
Concetual	<ul style="list-style-type: none"> - Sensibilizar para a importância das rochas sedimentares biogénicas (carvão e petróleo) como fonte energética das atividades antrópicas; - Explicar os impactes da exploração dos recursos geológicos.
Educacional	<ul style="list-style-type: none"> - Promover o desenvolvimento do raciocínio científico; - Promover a construção de conhecimentos e competências ligadas à abordagem CTSA; - Sensibilizar para a importância da ciência e da natureza da ciência; - Promover a literacia científica.
Profissional	<ul style="list-style-type: none"> - Potenciar o desenvolvimento e a emancipação profissional docente através de uma ação participativa e reflexiva, associada à PES.

Tendo em vista a avaliação da aplicação de um jogo didático em contexto de sala de aula, foi ainda necessário definir as hipóteses de investigação, normativas para o projeto em causa. Foram, por isso, definidas duas hipóteses, H_0 e H_1 , correspondendo H_0 à hipótese nula e H_1 a uma hipótese direcionada:

H_0 – A aplicação do jogo didático, em contexto formal, a uma turma de 11º ano, no âmbito da disciplina de Biologia-Geologia, não tem influência na aprendizagem dos alunos;

H_1 – A aplicação do jogo didático, em contexto formal, a uma turma de 11º ano, no âmbito da disciplina de Biologia-Geologia influencia positivamente a aprendizagem dos alunos;

Definidas as hipóteses de investigação, podem também considerar-se as diferentes variáveis (Tuckman, 2000) envolvidas na investigação. Assim, à variável independente, isto é, o fator que é manipulado/experimentado, corresponde a aplicação do jogo didático; a aprendizagem dos discentes corresponde, por seu lado, à variável dependente (variável resposta). Uma vez que o PI em causa foi aplicado a alunos de uma única turma de 11º ano, pode também definir-se a variável que se encontra “neutralizada”, isto é, a variável controlo que, neste caso, corresponde ao nível de escolaridade.

I.3. Organização do Estudo

O relatório de estágio que se apresenta está organizado e estruturado segundo capítulos, dos quais sete são dedicados ao enquadramento, desenvolvimento, aplicação, resultados e conclusões do Programa de Intervenção e onde os últimos capítulos correspondem às referências bibliográficas consultadas e documentos anexos.

Assim, e em modo de breve apresentação de cada capítulo, refere-se que, no primeiro capítulo - I. Introdução – encontra-se uma síntese global que inclui os principais aspetos a abordar neste trabalho, integrando ainda os seguintes subcapítulos: I.1. Contextualização Curricular, que se refere aos conteúdos programáticos abordados no programa de intervenção e as temáticas onde o mesmo poderá ser inserido; I.2. Problema, Hipótese e Objetivos de Investigação, que apresenta o ponto de partida da investigação educacional realizada (inclui o problema, os objetivos e a hipótese); e I.3. Organização do Trabalho, que apresenta de forma sucinta os capítulos e subcapítulos deste projeto.

O segundo capítulo - II. Enquadramento Teórico – é desenvolvido segundo os seguintes subcapítulos: II.1. Rochas sedimentares biogénicas, onde se inclui uma breve exposição dos conteúdos programáticos, com ênfase na componente biológica presente nestas rochas, bem como nos mecanismos de génese petrológica das mesmas; II.2. Exploração e utilização das

rochas sedimentares, no qual se realça a importância económica deste recurso geológico, sendo também mencionados os impactes da sua exploração e possíveis medidas de minimização.

O terceiro capítulo - III. Perspetiva de Ensino – contém os subcapítulos: III.1. Ensino Orientado para a Investigação e III.2. Dinâmica de aula e Recursos Educativos, onde serão elucidados os pressupostos educacionais do projeto de intervenção, havendo ainda espaço para caracterizar a perspetiva de ensino onde se insere o PI.

No quarto capítulo, intitulado IV. Metodologia de Investigação – que inclui os subcapítulos IV.1. Combinação de métodos, IV.2. Técnicas e Instrumentos de Investigação e IV.3. Amostra – é explanada a metodologia de investigação, as suas características e a sua adequação aos propósitos da investigação em causa, sendo também exploradas as técnicas e instrumentos utilizados no estudo, finalizando o capítulo com a caracterização da amostra selecionada.

No quinto capítulo - V. Programa de Intervenção – procede-se à caracterização e explicação de todas as fases do PI, com especial enfoque no jogo didático desenvolvido.

No capítulo seguinte – VI. Resultados e Discussão – são apresentados, analisados e discutidos os resultados obtidos após aplicação do PI, integrando-se os dados de índole qualitativa com os de índole quantitativa.

O capítulo VII. Conclusão realiza, por fim, uma síntese dos indicadores obtidos na investigação, apresentando as conclusões gerais do estudo, mas também algumas reflexões como as limitações do estudo ou de que forma o mesmo contribuiu para o desenvolvimento profissional dos investigadores envolvidos.

As secções finais – Referências Bibliográficas e Apêndices – completam o trabalho apresentando, respetivamente, as referências consultadas e os documentos de apoio, necessários à completa compreensão do estudo desenvolvido.

Capítulo III Enquadramento teórico

II.1. Rochas Sedimentares Biogénicas

A Geologia pode ser entendida, no seu sentido mais lato, como a ciência que estuda o planeta Terra, incluindo a sua composição, origem e história de formação. As rochas são o constituinte maioritário da parte sólida da Terra e, nesse sentido, estudar a sua natureza, composição e condições de formação é central para compreender a história da própria Terra (Raymond, 1995).

Cerca de 70% das rochas superficiais são rochas sedimentares, isto é, rochas que resultam da deposição gravítica ou química de um, dois ou três dos seguintes constituintes fundamentais: terrígenos, originados por via detrítica de outras rochas preexistentes; quimiogénicos, resultantes da precipitação de substâncias dissolvidas em água; biogénicos, herdados quer por edificação dos organismos em vida (corais, por exemplo), quer por acumulações de restos de seres vivos após a sua morte (Carvalho, 2006; Tucker, 2001). Considerando a tipologia dos sedimentos, as rochas sedimentares podem ser classificadas em detríticas (inclui conglomerados, arenitos, siltitos, argilitos e *shales*), quimiogénicas, correspondendo aos evaporitos e, por fim, biogénicas, bioquímicas ou bioquimiogénicas (Prothero & Schwab, 1996, citado em Carvalho, 2006).

As rochas sedimentares biogénicas são constituídas por sedimentos de origem orgânica, isto é, têm na sua constituição partes ou restos de seres vivos que podem ter sido mais ou menos alterados. Nas secções seguintes serão explorados em pormenor os aspetos particulares da sua formação e da sua composição, dando especial enfoque aos calcários biogénicos (calcário recifal e calcário conquífero) e destacando-se também os recursos energéticos carvão e petróleo.

As rochas sedimentares, dadas as condições da sua formação, a fácil acessibilidade e a sua representatividade na superfície terrestre, assumem-se como importantes arquivos de informação que permitem conhecer grande parte da história da Terra e da própria vida (Carvalho, 2003; Tucker, 2001).

II.1.1. Rochas Carbonatadas – Os Calcários Biogénicos

As rochas carbonatadas consistem em rochas sedimentares com teor de carbonato de cálcio (incluindo calcite, aragonite e dolomite) superior a 50%, podendo conter, ainda, areias e/ou argilas pelo que, nestas condições, serão apelidados de calcários impuros (Carvalho, 2006).

Sendo na grande maioria de origem bioquimiogénica, as rochas carbonatadas perfazem cerca de 15% (Carvalho, 2006) das rochas sedimentares estando, no entanto, longe de alcançar o grau de expressividade das rochas sedimentares pelíticas (que representam cerca de 65% deste grupo petrográfico). Estas rochas revelam especial importância como arquivos da história da Terra, incluindo o registo fóssil. Constituem, também, importantes recursos geológicos, enquanto rochas industriais (cal e cimento) e ornamentais, sendo ainda retentoras de grandes reservas de hidrocarbonetos fósseis (nomeadamente de petróleo).



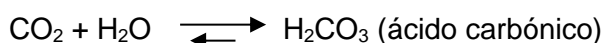
Figura II.1 - Exemplos de calcários biogénicos. Retirado de www.earthsciences.hku.hk/shmuseum/earth_mat_2_1_4.php

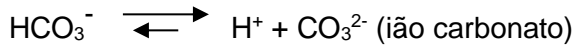
As rochas carbonatadas são, na sua generalidade, formadas pela diagénese de sedimentos ricos em carbonato de cálcio, sedimentos estes que foram depositados, essencialmente, através da precipitação química em solução aquosa. Grande parte dos sedimentos carbonatados resulta de processos químicos e bioquímicos, ocorrentes em ambiente marinho de águas pouco profundas, límpidas e quentes. Nos calcários podem ser reconhecidos três componentes principais: o grão, a matriz e o cimento. No caso particular dos calcários biogénicos (figura II.1), o grão consiste de partes esqueléticas de seres vivos (bioclastos), a matriz, por sua vez, forma-se pela litificação de lamas de deposição que vão preenchendo os espaços entre o grão, correspondendo frequentemente a micrite (Moura & Velho, 2011) e, por fim, o cimento é, normalmente, esparite - calcite cristalina (Carvalho, 2006; Tucker & Wright, 1990).

As partes esqueléticas incluídas nos calcários são variadas e de diferentes proveniências, incluindo conchas de bivalves, gastrópodes, braquiópodes, foraminíferos, entre outros (os mesmo serão explorados em detalhe na secção II.1.2. *A componente biológica das rochas sedimentares*).

Génese

A partir do CO₂ atmosférico e do Ca²⁺ dissolvido na água, ocorre um conjunto de reações químicas e bioquímicas do qual resulta a precipitação do carbonato de cálcio (Carvalho, 2006):





Apesar disso, em ambiente marinho, as rochas carbonatadas originam-se, em grande parte, por deposição de material calcário com origem biológica como conchas, carapaças e esqueletos de animais marinhos, mas também por desintegração ou acumulação de algas. Só uma proporção mínima se forma por precipitação direta a partir da água do mar.

Dos diversos fatores que influenciam a precipitação puramente química dos carbonatos, salienta-se a variação da reserva alcalina, a natureza da matéria orgânica, a subida da temperatura e a taxa de evaporação (Carvalho, 2006). De notar que os calcários biogénicos poderão incluir carbonatos formados por precipitação abiótica mas onde o processo de diagénese é desencadeado por organismos vivos.

Após a precipitação do carbonato de cálcio (seja sob a forma de calcite, aragonite ou dolomite), ocorre o processo de cimentação (Klein & Mizusaki, 2007). A cimentação dos sedimentos carbonatados resulta da dissolução do carbonato de cálcio, processo facilitado pelo ambiente deposicional em que os mesmos se encontram. O cimento corresponde a precipitados de carbonato que ocupam os poros do sedimento ou da rocha. A cimentação é um processo fundamental para a formação de calcários consolidados.

II.1.2. A componente biológica dos calcários

Nos calcários está presente uma grande diversidade de bioclastos, nomeadamente, partes esqueléticas de variados organismos. Mas as associações entre diferentes grãos biogénicos foram-se modificando com o tempo geológico uma vez que os próprios organismos foram sofrendo o processo evolutivo. Nesta secção poderá encontrar-se uma descrição mais detalhada dos organismos que, direta ou indiretamente, constituem a componente biogénica dos calcários.

Importa referir que a classificação taxonómica seguida está de acordo com Whittaker (1969), sistema de classificação em cinco reinos, que consta do Programa de Biologia-Geologia de 11º ano.

Filo *Mollusca*

O Filo *Mollusca* é extremamente diversificado, com uma biodiversidade estimada de duzentas mil espécies (Strong, Gargominy, Ponder & Bouchet, 2008), cujas classes mais abundantes –

Gastropoda e *Bivalvia* – conquistaram os ambientes fluviais e lacustres, conseguindo até, no caso dos gastrópodes, a conquista do ambiente terrestre.

Bivalves, gastrópodes e cefalópodes (classes do Filo *Mollusca*) ocorrem nos calcários desde o Paleozoico inferior. Os bivalves são um grupo vasto de organismos que habita ambientes marinhos e de água doce, e são importantes filtradores o que permite a monitorização da qualidade da água no ecossistema onde estão inseridos. Dada a sua importância nos ecossistemas, são um grupo extremamente abundante e, por isso, surgem com elevada expressividade no registo fóssil/sedimentar (Jacob, Soldati, Wirth, Huth, Wehrmeister & Hofmeister, 2008; Tucker, 2001). Os bivalves são caracterizados por possuírem uma concha (figura II.2) com duas peças – as valvas – constituídas por aragonite ou aragonite + calcite (Tucker, 2001).



Figura II.2 - Alguns exemplares de conchas *Bivalvia*. Retirado de www.ucmp.berkeley.edu/taxa/inverts/mollusca/bivalvia.php

Apresentam variadas formas de vida podendo ser sésseis ou planctónicos, o que poderá acontecer para um mesmo organismo, mas em distintos estágios de desenvolvimento.

Os gastrópodes são o grupo mais abundante do Filo *Mollusca*, apresentam uma grande diversidade de formas e nichos ecológicos, sendo o único grupo de moluscos que conseguiu ocupar o ambiente terrestre. Os gastrópodes caracterizam-se por possuírem uma concha com uma única peça que se apresenta, frequentemente, espiralada. A concha é normalmente de aragonite, com organização interna similar à dos bivalves (Strong et al., 2007; Tucker, 2001). Os gastrópodes podem assemelhar-se a alguns foraminíferos mas os últimos são geralmente de menor tamanho e com concha de composição distinta.

Filo *Brachiopoda*

A presença de partes esqueléticas de braquiópodes nos calcários tem particular expressão em calcários do Paleozoico e Mesozoico, de origem marinha pouco profunda (Tucker, 2001).

Os braquiópodes são animais bentónicos, exclusivamente marinhos, que possuem as suas partes moles protegidas por uma concha mineralizada. Esta é constituída por duas valvas, uma dorsal (ou braquial) e outra ventral (ou peduncular). Geralmente fixam-se a um substrato

rochoso através de um pé carnudo - o pedúnculo - que sai pela zona dorsal da valva peduncular (Ruppert, Fox & Barnes, 2004). A concha nem sempre tem a mesma composição podendo ser quitinosa, constituída por fosfato de cálcio ou por carbonato de cálcio (Tucker, 2001).

Alimentam-se através de um órgão filamentosos - o lofóforo - que através de correntes de água, filtra microrganismos e detritos que se encontram em suspensão. O lofóforo é um conjunto de pequenos tentáculos que rodeiam a boca dos braquiópodes (Ruppert et al., 2004).

Filo *Cnidaria* e Filo *Porifera*

Os filos *Cnidaria* e *Porifera* correspondem, respetivamente, ao grupo dos corais e ao grupo das esponjas. Os cnidários são um grupo que apresenta diversas formas e inclui medusas, anémonas e corais, sendo comuns em zonas pouco profundas do oceano (Ruppert et al., 2004). Possuem células com arpões (munidos de uma substância tóxica) que se designam por nematocistos. No âmbito da formação de rochas sedimentares, importa destacar os corais que, na sequência da sua atividade, edificam uma estrutura calcária característica (Carvalho, 2006), acabando, muitas vezes, por ser incluída no processo de formação das rochas carbonatadas.

As esponjas, por seu lado, são animais muito simples de vida sésil, que se especializaram na filtração como método de captura de alimento (Ruppert et al., 2004). Tal como sugere o termo *Porifera*, estes animais têm um corpo muito poroso por onde há uma constante circulação de água (que permite também a captura do alimento em suspensão). As esponjas têm a particularidade de adaptarem a sua morfologia de forma a tornar a filtração de alimento mais eficiente (Ruppert et al., 2004). Apesar da baixa complexidade, as esponjas do grupo *Calcarea* apresentam espículas de carbonato de cálcio na sua estrutura, contribuindo de modo similar a muitos coraliários para a formação de calcários em ambiente marinho (Carvalho, 2006).

Foraminíferos

Os foraminíferos são protozoários predominantemente marinhos, de tamanho microscópico (Tucker, 2001). Muitos foraminíferos fazem parte do plâncton marinho, dominando as zonas pelágicas (Tucker, 2001), podendo também ser bentónicos, principalmente em águas quentes e pouco profundas. Os foraminíferos planctónicos possuem uma concha mineralizada formada por uma sucessão de câmaras comunicantes entre si (Rebotim, 2011). Estes organismos possuem uma matriz granular, reticulada, de matéria orgânica onde é depois segregado carbonato de cálcio (Ruppert et al., 2004). Após a morte do organismo, as conchas

vazias são depositadas no fundo oceânico em regiões de alta produtividade, contribuindo substancialmente para o processo de sedimentação (Rebotim, 2011).

Algas

As algas, bem como alguns microrganismos, têm um papel determinante na formação de calcários biogénicos pois providenciam partículas esqueléticas constituídas por carbonato de cálcio e intervêm ativamente no processo de formação das rochas carbonatadas (Carvalho, 2006; Tucker, 2001). Os grupos de algas mais importantes são as algas vermelhas (*Rhodophyta*), algas verdes (*Chlorophyta*) e as cianobactérias. As estruturas mineralizadas de cada grupo de algas diferem na sua composição e arranjo (Tucker, 2001). As cianobactérias formam uma rede filamentosa que capta o carbonato de cálcio do meio, construindo, pouco a pouco, uma estrutura laminar que pode dar origem a estromatólitos (Tucker, 2001).

Outro aspeto relevante é a matriz de micrite que parece envolver muitos dos sedimento carbonatados presentes nos calcários, estrutura que se pensa estar associada a bactérias que, durante o processo de deposição, ficam presas no sedimento, acabando por ser incluídas nas rochas carbonatadas. A precipitação de micrite resulta da decomposição dos microrganismos que ficam envolvidos nos sedimentos, nomeadamente das cianobactérias, à medida que os sedimentos vão sofrendo afundimento (Tucker, 2001).

II.1.3. Recursos Energéticos – Carvão e Petróleo

Os recursos energéticos designam o grupo que inclui os carvões (minerais), o petróleo bem como outros hidrocarbonetos, tratando-se de combustíveis fósseis, isto é, contêm carbono (C) e hidrocarbonetos suscetíveis de serem utilizados como fontes de energia para a combustão (Carvalho, 2006).

No programa curricular da disciplina de Biologia e Geologia, surgem comumente associados às rochas sedimentares biogénicas, sendo que esta associação prende-se com a sua origem supergénica e, por outro lado, a sua origem a partir de restos de seres vivos (Carvalho, 2006). Tratar como rocha o petróleo (que se encontra em estado líquido) não deixa de ser algo forçado, justificado apenas pela necessidade de o incluir numa secção dos conteúdos programáticos de 11º ano, no âmbito da disciplina de Biologia-Geologia.

Seguidamente serão explorados em maior detalhe o caso particular dos carvões e do petróleo enquanto recursos carbonosos de origem biogénica.

O Carvão

Os carvões são rochas sedimentares combustíveis, essencialmente constituídas por restos orgânicos de origem vegetal, geradas em bacias de sedimentação pouco profundas, isoladas do ar e na presença de bactérias anaeróbias.

Os carvões resultam da incarbonização (enriquecimento em teor de carbono) de detritos vegetais e da consequente perda de hidrogénio (H) e oxigénio (O) (Carvalho, 1996). Frequentemente referem-se quatro tipos de carvão, lignite, carvão sub-betuminoso, carvão betuminoso¹ e antracite que representam, pela ordem de citação, compostos sucessivamente mais ricos em carbono - e mais pobres em hidrogénio e oxigénio - sendo, no entanto, errado considerar esta sequência como fases sucessivas de uma mesma linha evolutiva (Carvalho, 1996). A turfa, comumente associada ao grupo dos carvões, não é considerada um verdadeiro carvão por apresentar um elevado teor em água (cerca de 75% de humidade *in situ*) (Moura & Velho, 2011).

Tabela II.1 - Composição média da madeira e dos diferentes carvões. Adaptado de Carvalho, 1996.

	Carbono (%)	Hidrogénio (%)	Oxigénio (%)
Madeira	49,65	6,23	43,20
Turfa	55,44	6,28	36,56
Lignite	72,95	5,24	20,50
Carvão Betuminoso	84,24	5,55	8,69
Antracite	93,50	2,81	2,72

O teor de carbono presente nos carvões (tabela II.1.) provém do material vegetal que lhe deu origem. As plantas, através da fotossíntese, fixam o carbono atmosférico sob a forma de compostos orgânicos. O aumento de teor de carbono deve-se às condições de pressão e temperatura a que o depósito ficou sujeito (Carvalho, 1996) mas também à idade do depósito (depósitos mais antigos têm geralmente maior teor de carbono). As condições de formação da lignite, do carvão betuminoso e da antracite envolvem a ausência de oxigénio e alterações físico-químicas da celulose e das proteínas presentes nos restos vegetais. No entanto, as condições de pressão e temperatura diferem entre os vários carvões (Tucker, 2001). A formação de lignite não implica a existência de pressões e temperaturas elevadas, contrariamente ao carvão betuminoso. Por fim, a antracite é o carvão formado sob condições de temperatura e pressão mais elevadas, sendo também o carvão mais energético. Devido

¹ O termo hulha foi preterido apesar de ainda surgir em alguns manuais escolares, sendo que os carvões pertencentes a esse grupo passaram a designar-se por carvões sub-betuminosos ou betuminosos, consoante os casos (Moura & Velho, 2011).

às condições extremas implicadas na sua formação, as reservas de antracite correspondem a apenas 1% das reservas mundiais de carvão (World Coal Association, 2005).

O Petróleo

O petróleo consiste numa mistura de hidrocarbonetos líquidos com maior ou menor percentagem de outros hidrocarbonetos sólidos e gasosos em solução. Entre as diversas frações do petróleo podem destacar-se as fases líquida e gasosa, frações essas que são sujeitas a processos de refinação que permitem a obtenção de vários combustíveis e matérias-primas tais como gasolina, gasóleo, asfalto, entre outros (Calhau, 2011; Carvalho, 2006).

O petróleo é originado a partir de matéria orgânica depositada e envolvida em sedimentos marinhos de granulometria fina (Tucker, 2001). A formação de petróleo estará mais associada à elevada taxa de produtividade orgânica do plâncton marinho (Tucker, 2001), por oposição ao carvão que aparece associado à deposição de matéria orgânica proveniente de grandes florestas. Além dos hidrocarbonetos produzidos pelos seres vivos e acumulados posteriormente, outros são formados através de transformações físico-químicas, processo mediado por algumas bactérias (Carvalho, 1996). A abundância de plâncton é um fator determinante para a formação de petróleo mas também é necessário a existência de um meio redutor em águas pouco profundas e agitadas que permitam a rápida decomposição da matéria orgânica. A incorporação desta matéria orgânica na rocha deve ser acompanhada pela preservação de seu conteúdo original, rico em compostos de carbono e hidrogénio. Para que tal aconteça, o ambiente deve estar livre de oxigénio, elemento altamente oxidante e destruidor da riqueza em C e H das partículas orgânicas originais (Milani, Brandão, Zalán & Gamboa, 2000).

Para que a exploração do petróleo possa ser economicamente viável, é necessário que este esteja contido em rochas com porosidade e permeabilidade elevadas. Ao nível dos jazigos petrolíferos, designa-se por rocha mãe a rocha sedimentar formada pela deposição de sedimentos detríticos e restos orgânicos a partir dos quais se originarão os hidrocarbonetos (Carvalho, 1996; Milani et al., 2000). Após a formação dos hidrocarbonetos, e por apresentarem baixa densidade, estes migram através de rochas porosas, geralmente num processo muito lento que pode exigir milhões de anos, até uma rocha armazém. Quando, na sua migração em direção à superfície, o petróleo se depara com uma barreira impermeável (rocha cobertura), cessa a sua migração vertical, desviando-se e procurando outro caminho. Se, no entanto, não encontrar outro caminho para prosseguir a sua ascensão, ficará retido dando origem a uma acumulação. Forma-se, assim, a armadilha petrolífera de onde é extraído

o petróleo que, posteriormente, sofrerá um processo de refinação. Muitas das armadilhas resultam da deformação tectónica das camadas rochosas e/ou da presença de falhas.

Uma vez que as rochas sedimentares aqui mencionadas têm importantes aplicações na sociedade atual e são amplamente exploradas, o subcapítulo que se segue tentará explicitar algumas das utilizações destes recursos mas também os impactes que advêm da sua exploração e possíveis formas de minimizá-los.

II.2. Exploração e utilização das rochas sedimentares

II.2.1. Importância económica das rochas sedimentares biogénicas

Os calcários apresentam diversas aplicações, nomeadamente no âmbito da Construção Civil, pois poderão ser utilizados na produção de cimento e cal, mas também na indústria vidreira, cerâmica, farmacêutica, entre outras (Moura & Velho, 2011). No entanto, os calcários coníferos e recifais não têm aplicações particulares conhecidas, sendo vulgarmente utilizados como rocha ornamental. A sua maior aplicação é, contudo, no contexto educacional dada a sua importância pedagógica uma vez que permite a integração dos domínios da Biologia e da Geologia, em diversos níveis de escolaridade.

Por outro lado, os combustíveis fósseis (como é o caso do carvão e do petróleo, mas também do gás natural) fazem parte das mais diversas atividades quotidianas das sociedades humanas. O carvão pode ser utilizado como fonte energética para a produção de energia elétrica – centrais termoelétricas – e para a produção de coque (combustível derivado de carvão). O petróleo tem diversas aplicações conhecidas, nomeadamente ao nível da produção de diferentes combustíveis como a gasolina e o gasóleo. No entanto, apesar da utilização dos combustíveis fósseis ser prática comum na sociedade atual, são reconhecidos impactes ambientais relevantes que advêm da sua extração e utilização.

II.2.2. Impactes ambientais da exploração e utilização do carvão e do petróleo

A exploração do carvão contribui para o desenvolvimento económico dos países mas tem efeitos nefastos sobre o ambiente (Tiwary, 2001). Sendo uma das fontes primordiais de energia, o carvão tornou-se essencial para suprir as necessidades energéticas dos países, principalmente no caso dos países industrializados. A exploração de carvão é feita através da mineração a céu aberto ou subterrânea o que tem graves consequências ambientais, particularmente ao nível das águas lixiviantes. Estas águas de lixiviação das minas, que podem ser mais ou menos ácidas dependendo do conteúdo em pirite dos carvões, degradam a qualidade da água da região, aumentando também o seu conteúdo em metais pesados

(Tiwary, 2001), o que impossibilitará o seu consumo e colocará em risco as populações humanas mas também toda a biodiversidade da região.

A indústria petrolífera, por seu lado, ameaça o ambiente e a saúde pública, em particular a saúde dos trabalhadores, em função dos riscos específicos no ambiente de trabalho. Sabe-se que os hidrocarbonetos aromáticos presentes no petróleo, tais como o benzeno, tolueno e xileno, têm efeitos mutagénicos, cancerígenos e neurotóxicos (Gurgel, Medeiros, Alves, Silva, Gurgel, & Augusto, 2009). As refinarias de petróleo constituem uma das atividades humanas mais poluentes, consumindo grandes quantidades de água e libertando diversos gases nocivos para a atmosfera. Mais ainda, no decorrer do processo de refinação, são produzidos resíduos sólidos de difícil tratamento.

A queima de combustíveis fósseis é também responsável pelo aumento das emissões de dióxido de carbono para a atmosfera terrestre e ainda pela formação de poluentes secundários. Estes poluentes provocam um aumento na incidência de doenças respiratórias e cardíacas, infeções no trato respiratório superior ou inferior entre outras patologias (Dockery *et al.*, 1993).

Apesar das consequências ambientais, o carvão e o petróleo, tal como o gás natural, são ainda as principais fontes energéticas a nível global (IEA, 2015) dada a sua importância para a manutenção dos padrões de vida das sociedades modernas. Na tentativa de diminuir os impactes causados pela exploração dos combustíveis fósseis vão surgindo, cada vez mais, alternativas à sua utilização, nomeadamente o recurso às energias ditas “limpas” (eólica, solar, marés, entre outras).

Aos docentes compete, por isso, informar e consciencializar os alunos da dicotomia *desenvolvimento/degradação ambiental* para que estes desenvolvam uma consciência crítica e possam desempenhar um papel ativo na sociedade.

II.2.3. Medidas de minimização dos impactes ambientais da exploração e utilização do carvão e do petróleo

Apesar dos riscos ambientais imputados aos combustíveis fósseis, particularmente ao carvão e petróleo, a sua utilização está longe de ser abandonada. Os padrões de vida das sociedades atuais, as exigências tecnológicas e económicas não conseguem ainda encontrar alternativas viáveis a estes combustíveis, apesar de ser reconhecido o crescimento na utilização das energias alternativas ou energias “limpas” (figura II.3).

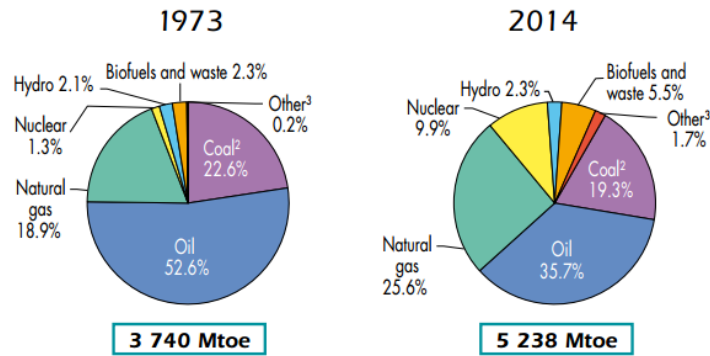


Figura II.3 - Evolução da utilização dos diferentes combustíveis entre 1973 e 2014, na OCDE. Retirado de IEA, 2015.

A ciência e a tecnologia têm, por isso, tentado responder aos desafios impostos pela exploração e utilização destes recursos, no sentido de mitigar ou atenuar alguns dos impactes ambientais que advêm da utilização das referidas fontes de energia.

As intervenções podem ser realizadas a vários níveis. No que concerne à exploração mineira do carvão, as medidas de minimização passam pelo planeamento cuidadoso da exploração ainda antes da abertura da mina, com especial atenção para o sistema de drenagem da zona e os corpos de água presentes na região de forma a evitar a sua contaminação. Na fase de escavação, poder-se-á controlar alguns dos impactes através da adição de materiais geológicos, nomeadamente argilas e calcário, na tentativa de aumentar o pH dos efluentes lixiviais, diminuindo assim a sua acidez e perigosidade (Tiwary, 2001).

O último nível de intervenção será o paisagístico e ecológico, após abandono da mina. Uma vez abandonada a sua exploração, caberá aos peritos encontrar soluções que permitam a recuperação da paisagem, bem como assegurar a conservação da biodiversidade. Muitas destas minas, em alternativa à mera recuperação paisagística, são transformadas em centros educativos e de sensibilização ambiental, tornando-se locais privilegiados à realização de saídas de campo, bem como à promoção de uma educação ambiental, uma vez que possuem um vasto conjunto de aspetos geológicos com interesse didático, possibilitando ainda a promoção da valorização do património geológico.

Ao nível do controlo e minimização de danos causados pela utilização de petróleo, a intervenção começa pela manutenção periódica das plataformas de petróleo e refinarias (NRC, 2014), com reforço de tubagens e reservatórios de forma a evitar fugas. Se, apesar dos esforços, ocorrer uma fuga, a ação passará pela criação de barreiras de contenção (de forma a evitar as “marés negras”), aplicação de químicos capazes de causar a dispersão das moléculas de petróleo ou até a remoção manual do mesmo caso a contaminação ocorra em zonas costeiras (NRC, 2014). Poderá ainda recorrer-se à biorremediação, isto é, a aplicação

de microrganismos capazes de consumir petróleo, utilizando-o como fonte de carbono para a produção de biomassa (Fernandes, Rodrigues & Murteira, 2013).

Os exemplos acima expostos ilustram com clareza as atuais dinâmicas CTSA. Perante as exigências energéticas atuais, e não existindo ainda alternativas viáveis aos combustíveis fósseis, a ciência e a tecnologia unem-se no sentido de minimizar os impactes ambientais decorrentes da sua exploração e utilização.

Capítulo III| Perspetiva de Ensino

Enquanto jovens professores, ainda em formação, a reflexão e a tomada de posição quanto ao paradigma educativo que melhor responde às necessidades educativas atuais torna-se essencial para o desempenho da profissão docente. Assumir como plano normativo um paradigma ou uma perspetiva educacional não constitui, no entanto, uma limitação à prática docente uma vez que o paradigma não define um conjunto de dogmas ou regras inquestionáveis, devendo servir apenas como um plano orientador da ação docente e do papel que, enquanto professores, assumiremos no processo de ensino-aprendizagem. Assim, explora-se neste capítulo a perspetiva de ensino que, no quadro atual, parece responder de forma mais adequada às necessidades dos jovens e às exigências próprias de quem tem a cargo o ensino de ciências e no qual estará inserido o plano de intervenção utilizado no decorrer da investigação.

III.1. Ensino Orientado para a Investigação

O plano de intervenção utilizado neste estudo enquadra-se numa perspetiva de Ensino Orientado para a Investigação (EOI), inserida no contexto socioconstrutivista. O socioconstrutivismo tem como figura principal Lev Vygostky que defende que a natureza humana só pode ser entendida quando se considera o desenvolvimento sociocultural dos indivíduos. A teoria de Vygotsky sugere que é possível explorar mais profundamente o papel das interações com os outros, parceiros e tutores, na construção de ambientes de aprendizagem ricos. Os alunos não aprendem apenas explorando o ambiente, mas também dialogando, recebendo instruções, observando o que os outros fazem e ouvindo o que outros dizem (Boiko & Zamberlan, 2001).

O Ensino Orientado para a Investigação (ou *Inquiry-based teaching* na literatura anglo-saxónica) compreende um conjunto vasto de metodologias onde o aluno deve desenvolver o

raciocínio científico, evitando a mera memorização de conteúdos (Aceytuno & Barroso, 2015). Os alunos focam-se em responder a questões cativantes colocadas por eles próprios, pelos colegas ou até pelo professor, num processo investigativo que mimetiza a atividade dos cientistas e permite a criação de um ambiente de aprendizagem mais rico e dinâmico. O docente, neste contexto, tem o papel de facilitar o processo, promovendo o desenvolvimento de competências intelectuais e académicas, fornecendo as informações necessárias à resolução dos problemas propostos (Aceytuno & Barroso, 2015).

O EOI permite, pois, que os alunos construam novo conhecimento com base em aprendizagens feitas *a priori* e confere ao docente a oportunidade de evidenciar que o conhecimento científico não consiste no simples saber dos factos, promovendo o questionamento e as capacidades investigativas dos alunos (Gutierrez, 2015). Mais ainda, a perspetiva em causa auxiliará os alunos a colocarem questões cientificamente relevantes, rejeitando aquelas que não se adequam à situação-problema, permitindo dessa forma ampliar a sua capacidade de autorregulação.

Numa sala de aula onde se utilize uma metodologia de EOI, os alunos: *a) são motivados por questões científicas; b) privilegiam as evidências, que lhes permitem desenvolver e avaliar possíveis explicações para essas mesmas questões; c) formulam hipóteses/explicações; d) avaliam as explicações encontradas e comparam-nas com as dos seus pares; e) comunicam e justificam as suas conclusões* (NRC, 2000).

Ao docente caberá a responsabilidade de selecionar conteúdos pertinentes, adaptar conteúdos e estratégias segundo uma perspetiva *inquiry-based*, definir objetivos de aprendizagem e direcionar a atividade dos discentes de forma a responder aos objetivos previamente definidos (NRC, 2000). É ainda necessário assegurar que o ambiente de sala de aula confere igualdade a todos os alunos, isto é, que todas as opiniões são respeitadas e valorizadas, fazendo crescer a sensação de segurança e confiança nos alunos, o que, invariavelmente, resultará num enriquecimento do ambiente de sala de aula.

O objetivo fundamental desta perspetiva educacional será que os alunos não só desenvolvam o raciocínio científico mas, acima de tudo, se tornem capazes de mobilizar saberes de diversas áreas na resolução de problemas do quotidiano (Moutinho, Torres & Vasconcelos, 2014).

Uma perspetiva de EOI não implicará, contudo, uma abolição completa de momentos expositivos em sala de aula. Aquilo que se pretende é que estes momentos sejam, pois, pontuais e que sirvam apenas para auxiliar os discentes em momentos chave e garantir que estes têm as bases concetuais necessárias à resolução das situações-problema que lhes

serão colocadas. Estes momentos deverão apenas consistir em espaços onde o docente introduz novos conceitos e novos procedimentos, pautados pela participação ativa dos alunos que devem intervir e questionar o docente, como processo de construção da aprendizagem. Embora seja comum na literatura o termo “expositivo” ter um carácter negativista, não se pretende que neste trabalho a expressão “momento expositivo” sustente qualquer conotação negativa pois entende-se que tais momentos, ao longo de um ano letivo, são, não só, necessários como indispensáveis. Um momento de carácter expositivo não é, contudo, sinónimo de doutrinação, implicando sim que o docente assuma, naquele instante, um papel mais ativo no processo de ensino-aprendizagem, sem nunca impedir a participação, colaboração e a construção ativa do conhecimento por parte dos discentes.

Assim, o Plano de Intervenção aqui contemplado foi aplicado *a posteriori* da primeira abordagem dos conteúdos concetuais incluídos no mesmo, de forma facilitar o tratamento das temáticas em causa. A aplicação do PI consistiu, principalmente, na realização de um jogo de tabuleiro que contemplou situações-problema onde os alunos deveriam criar hipóteses, analisar evidências e/ou enunciar possíveis explicações, decorrendo depois um pequeno debate com os pares (o docente atua como moderador, assegurando apenas que as regras do jogo estão a ser seguidas).

III.2. Dinâmica de aula e recursos educativos

O programa de intervenção, tal como supramencionado, pretendeu promover o desenvolvimento de capacidades investigativas e do raciocínio científico, seguindo uma perspetiva *inquiry-based*, seguindo um modelo de EOI. Antes de iniciar a aplicação do jogo, o docente facilitará o processo explicando as regras do jogo e a dinâmica pretendida, garantindo que os discentes terão todas as ferramentas necessárias à resolução dos desafios que lhes serão propostos no decorrer do jogo.

Durante todo o PI, o papel do professor será o de mediar a participação dos alunos, enquanto os mesmos se encontram envolvidos na resolução dos desafios propostos, desafios esses capazes de suscitar nos alunos a formulação de questões pertinentes e cientificamente relevantes, indo de encontro aos pressupostos defendidos na perspetiva de ensino orientado para a investigação (NRC, 2000).

O jogo de tabuleiro desenvolvido pressupõe a resolução de diversos desafios, subordinados a quatro temáticas diferentes, onde se propõe aos alunos que estes se assumam como “jovens investigadores” e que mimetizem algumas das atividades desenvolvidas pelos cientistas da atualidade. O jogo apresenta-se como potenciador das aprendizagens, no

contexto deste programa de intervenção. Segundo Miller (2014), os benefícios educativos deste tipo de atividades incluem maior motivação, colaboração e interatividade, que culmina no enriquecimento do ambiente de aprendizagem. O lúdico influencia o desenvolvimento das crianças e dos jovens. Através do jogo a criança pode aprender, a sua curiosidade é estimulada, adquire iniciativa e autoconfiança, sendo ainda favorecido o desenvolvimento da linguagem, do pensamento e da concentração (Moratori, 2003). Do ponto de vista construtivista, a utilização de jogos com fins educativos é benéfica uma vez que os alunos constroem o seu conhecimento enquanto jogam (Kafai, 2006; Robertson, 2012).

Pretendeu-se que, com a aplicação do jogo, os alunos fossem capazes de mobilizar saberes de diferentes áreas e diferentes competências investigativas. Para cada domínio existem seis cartões que correspondem a seis situações-problema. Os alunos devem levantar questões e hipóteses para as diferentes situações, propor soluções ou realizar pequenos debates, argumentando diferentes pontos de vista. Todas as situações problema são resolvidas em grupo (trabalho colaborativo) e, no final, os alunos discutem com os seus pares a resolução do desafio em causa.

A finalidade deste jogo é, não só, estimular e proporcionar maiores e melhores oportunidades de aprendizagem, mas também mimetizar a atividade desenvolvida pelos cientistas, ensinar ciência e ensinar a natureza da própria ciência.

Capítulo IV | Metodologia de Investigação

A conceção de um projeto de investigação a aplicar em sala de aula requer uma análise cuidada e refletida de dois pontos fulcrais que irão, não só, nortear a investigação, como também, auxiliar a definir a metodologia mais adequada ao propósito que o investigador pretende alcançar. Os aspetos mais relevantes são, pois, o enquadramento concetual do estudo e o objetivo estabelecido pelo professor-investigador.

Nesse sentido, e tendo em consideração os aspetos analisados nas secções anteriores, perfilou-se a Combinação de Métodos (também conhecida como triangulação metodológica) como a metodologia mais adequada ao estudo apresentado.

IV.1. Combinação de Métodos

A combinação de métodos, como o próprio nome sugere, é uma metodologia que inclui a utilização de diferentes métodos, de cariz qualitativo e quantitativo, agregando as vantagens

que advêm da utilização de ambos os paradigmas. As duas abordagens podem ser acopladas uma vez que partilham uma lógica unificada e os mesmos princípios de inferência, partilhando também o objetivo de alcançar uma melhor compreensão da condição humana, disseminando conhecimento de cariz prático (Sale, Lohfeld & Brazil, 2002).

Cook e Reichardt (1986) apontaram as vantagens de combinar métodos, nomeadamente o facto de a utilização de diferentes métodos permitir uma melhor compreensão dos fenómenos e de se poderem alcançar, dessa forma, resultados mais seguros. Reichardt e Cook pretendiam serenar algumas das disputas protagonizadas por investigadores que defendiam ora a utilização do paradigma quantitativo, ora a aplicação do paradigma qualitativo, mas nunca a sua utilização simultânea.

Lund (2012) enuncia mesmo as quatro principais vantagens da combinação do método qualitativo com o método quantitativo, afirmando que *a) a combinação de métodos é mais capaz de responder a questões complexas do que qualquer uma das duas metodologias isoladas; b) os métodos qualitativos e quantitativos complementam-se, providenciando uma análise mais profunda dos dados em questão; c) a mistura de métodos poderá permitir inferências mais válidas e, por fim, d) a mistura de métodos poderá fornecer resultados divergentes ou contraditórios* o que levará, forçosamente, a uma maior reflexão por parte do investigador no sentido de justificar os resultados obtidos. A principal desvantagem prende-se com a utilização de princípios dos dois paradigmas o que exige ao investigador um maior domínio de cada um dos métodos de forma a poder utilizá-los eficazmente.

A combinação de métodos pode ser classificada de acordo com a metodologia que assume maior predominância na investigação. No caso que aqui se apresenta, os dados quantitativos e qualitativos são recolhidos numa só fase, em simultâneo, não havendo maior significado de nenhum dos métodos, pelo que a investigação toma a designação de QUANT-QUAL. O *design* escolhido para esta investigação consiste num *design* pré-experimental por possuir uma amostra não probabilística, que realizará um teste em dois momentos distintos: *a priori* da aplicação do PI (pré-teste) e *a posteriori* da aplicação do PI (pós-teste).

O *design* pré-experimental é caracterizado pela utilização de um só grupo, sem grupo controlo, onde é aplicado um tratamento (variável independente), sendo obtidos resultados do tipo descritivo (Cohen, Manion & Morrison, 2007; Tuckman, 2000). Para este PI procedeu-se à aplicação, a uma turma de 11º ano de escolaridade, no âmbito da disciplina de Biologia-Geologia, de um pré-teste, seguido da realização de um jogo didático (tratamento), com posterior preenchimento de pós-teste. Apesar de a literatura atribuir pouca validade a tais estudos (Cohen et al., 2007), no contexto da PES, dificilmente se conseguiriam grupos

estatisticamente equivalentes para aplicação do tratamento, havendo ainda a impossibilidade de trabalhar com uma amostra aleatória já que os formandos se encontram limitados às turmas que lhes são atribuídas. O que se pretende, portanto, não é a obtenção de dados robustos, com elevada validade científica (uma vez que, neste contexto, tal não seria possível) mas sim a obtenção de indicadores que auxiliem na prática docente e que conduzam ao crescimento e enriquecimento profissional do estudante em situação de prática de ensino supervisionada.

Outra faceta da investigação prendeu-se com a recolha de dados qualitativos, nomeadamente através de observação direta estruturada, com recurso a uma grelha (que foi previamente validada) e consequente análise de conteúdo. Os dados de teor qualitativo permitiram uma melhor interpretação dos resultados dos testes (resultados de cariz quantitativo), numa integração metodológica que se propõe alcançar um entendimento mais profundo dos impactes da aplicação do jogo didático em contexto formal.

IV.2. Técnicas e instrumentos de investigação

Tal como referido na secção anterior, o plano de intervenção integrará uma triangulação metodológica que inclui a utilização das técnicas de observação direta e testagem com aplicação de pré e pós-teste.

IV.2.1. Grelha de Observação

A observação constitui uma das principais técnicas de recolha de dados nas abordagens qualitativas (Lüdke & André, 1986). Observar inclui a atenção voluntária e a inteligência, dirigindo-a a um objeto com a finalidade de recolher informações sobre este (Ketele & Roegiers, 1993). Há, no entanto, um risco na utilização desta técnica: o perigo da subjetividade. Para que seja fidedigna, a observação precisa ser controlada e sistemática, o que implica uma minuciosa planificação do trabalho e uma preparação rigorosa do observador (Lüdke & André, 1986). Nesse sentido, esta investigação definiu que a observação seria sistemática, tendo recorrido, para esse efeito, a uma grelha de observação que permitiu codificar a informação recolhida, garantindo que a mesma possa ser transmitida e comunicada a outros (Ketele & Roegiers, 1993; Lüdke & André, 1986).

No caso considerado, os registos de observação não foram realizados por parte do investigador mas sim pelos professores-colaboradores que com ele se encontravam na Prática de Ensino Supervisionada. A observação pode, por isso, ser classificada como *observação participante passiva*, de baixa interferência (Spradley, 1980) uma vez que os responsáveis pelos registos se encontravam na sala de aula no momento da aplicação do PI

mas não interagiram direta ou indiretamente com os alunos em causa. A principal limitação desta técnica é o facto de provocar, por vezes, alterações no ambiente ou no comportamento da população estudada (problema da reatividade).

A grelha elaborada (cuja folha de registo pode ser consultada no Apêndice I) pretendeu aferir alterações nas atitudes e comportamentos dos discentes aquando da aplicação do Programa de Intervenção (Tabela IV.1.). Para tal, definiram-se cinco parâmetros a avaliar: a) *motivação*, que pode ser inferida através de atitudes como tomar iniciativa, iniciar rapidamente uma tarefa e empenhar-se nela com esforço e persistência (Ribeiro, 2011); b) *interação*, que pode ser definida como a troca de influências e ideias bem como a comunicação que se estabelece entre alunos e entre professor e alunos (Vilela, Pennino & Maia, 2005; Oliveira & Macedo, 2006), podendo também ser avaliada pela capacidade de estabelecer relações/ligações com os outros, o que permitirá a construção social do conhecimento (Oliveira & Macedo, 2006); c) *colaboração*, que pode ser inferida pela observação dos membros de um grupo quando estes trabalham em conjunto e se apoiam, visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo, estabelecendo relações que tendem à não-hierarquização e/ou à liderança compartilhada (Damiani, 2008); d) *atenção*, que se define como o processo que direciona, seleciona, alerta, delibera, contempla, sendo um termo global utilizado para definir vários processos que variam da concentração à vigilância (Ladewig, 2000) e, por fim, e) *participação*, que consiste na intervenção ativa enquanto processo da construção do conhecimento (Santos, 2002), incluindo tomada de decisão, levantamento de questões pertinentes, manifestar uma opinião ou responder a uma questão colocada pelo docente.

Tabela IV.1 - Parâmetros aferidos na grelha de observação referente ao Programa de Intervenção, com respetiva descrição dos níveis de desempenho

Motivação
<p>Níveis de desempenho</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Não Satisfatório</i>: Não demonstra iniciativa; não inicia a realização de qualquer tarefa. • <i>Satisfatório</i>: Apresenta um desempenho intermédio para todos os parâmetros, ou, apesar de tomar iniciativa, não desempenha tarefas, ou seja, apresenta um desempenho intermédio para todos os parâmetros ou não apresenta algum deles. • <i>Muito Satisfatório</i>: Demonstra muita iniciativa, realiza prontamente as tarefas empenhando-se nestas com esforço, dedicação e persistência.

Interação

Níveis de desempenho

- *Não Satisfatório:* O aluno não estabelece ligações/relações com os restantes alunos; não troca ideias nem com os alunos nem com o professor; há pouca comunicação.
- *Satisfatório:* Posição intermédia.
- *Muito Satisfatório:* estabelece relações com os colegas e com o professor; há comunicação, registando-se troca de ideias e influências de forma ativa.

Colaboração

Níveis de desempenho

- *Não Satisfatório:* Ausência de trabalho colaborativo, aluno não apoia o grupo.
- *Satisfatório:* Posição intermédia; há hierarquização das relações, embora haja trabalho em conjunto.
- *Muito Satisfatório:* Verifica-se um trabalho em conjunto sem hierarquização das relações.

Atenção

Níveis de desempenho

- *Não Satisfatório:* O aluno não parece encontrar-se num estado de vigília e de concentração.
- *Satisfatório:* Posição intermédia.
- *Muito Satisfatório:* O aluno apresenta um estado de vigília e de concentração elevados e está alerta.

Participação

Níveis de desempenho

- *Não Satisfatório:* O aluno não decide; não manifesta opinião; tem uma intervenção passiva.
 - *Satisfatório:* Posição intermédia.
 - *Muito Satisfatório:* O aluno toma decisões, manifesta opiniões e levanta questões pertinentes; quando interpelado responde de forma correta; participa de forma ativa.
-

Foram contemplados, ainda, níveis de desempenho a atribuir aos discentes (Tabela IV.1) de forma a garantir que qualquer outro investigador (ou docente) poderá aplicar a grelha a um determinado grupo-alvo e os resultados dessa aplicação, ainda que realizada por diferentes investigadores, serão concordantes (fidelidade do instrumento).

IV.2.2. Teste (pré e pós)

A implementação do PI implicou, ainda, a recolha de dados através da técnica de testagem (com pré e pós-teste). O pré e pós-teste (Apêndice II) consistiram de um conjunto de oito questões (Tabela IV.2), de tipologias distintas, que pretenderam aferir as aprendizagens realizadas pelos alunos em dois momentos: *a priori* da aplicação do jogo didático e após a utilização do mesmo. A análise dos resultados poderá fornecer importantes indicadores para a melhoria da prática docente.

Tabela IV.2 - Caracterização das questões que constam do teste aplicado a dois tempos (pré e pós).

Questão	Tipologia do item ²	Tipo de conhecimento avaliado
Q1	Item de seleção: escolha múltipla	Substantivo
Q2	Item de seleção: escolha múltipla	Substantivo e Processual
Q3	Item de seleção: ordenação	Processual
Q4	Item de construção: resposta curta	Processual
Q5	Item de seleção: verdadeiro/falso	Substantivo
Q6	Item de construção: resposta restrita	Substantivo e Processual
Q7	Item de construção: resposta extensa	Epistemológico
Q8	Item de seleção: verdadeiro/falso	Epistemológico

IV.2.3. Validade e Fidelidade dos instrumentos de recolha de dados

A realização e desenvolvimento de uma dada investigação tem, geralmente, como finalidade a aceitação ou a rejeição de hipóteses, permitindo retirar ilações mais ou menos generalizáveis. As conclusões podem, por isso, ser condicionadas pela validade, quer interna, quer externa, do estudo pelo que se torna necessário controlar algumas das ameaças à mesma (Cohen *et al.*, 2007).

A validade avalia se o instrumento mede ou afere o que é pretendido, isto é, quando os dados recolhidos têm significado para o problema em causa e reproduzem a realidade dos factos (Carmo & Ferreira, 1998). A fidelidade, porém, refere-se à forma de garantir que diferentes investigadores alcancem resultados idênticos e/ou que um mesmo investigador, em diferentes medições temporalmente separadas, aplique de forma concordante os critérios estabelecidos pelo instrumento (Carmo & Ferreira, 1998). Assim, diz-se que um instrumento é fiel se, aplicado várias vezes a um mesmo fenómeno, fornece resultados congruentes (Coutinho, 2011).

No sentido de garantir a validade dos instrumentos, após a conceção dos mesmos foi pedida uma avaliação realizada por outros investigadores com associação à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, e ainda por um elemento do corpo docente da escola onde decorreu a aplicação do PI. Os três investigadores externos atestaram que os instrumentos de recolha de dados estavam concordantes com os objetivos e hipóteses de investigação definidas.

Para atestar a fidelidade da grelha de observação, procedeu-se a várias *aplicações-teste* onde três observadores preencheram, individualmente, a grelha de observação supracitada. Na primeira aplicação, os três investigadores apresentaram grande divergência no registo das observações, pelo que se procedeu a alterações na grelha no sentido de fechar e de melhor

² De acordo com IAVE (2014). *Instrumentos de Avaliação Externa – Tipologia de Itens*. Disponível para consulta em http://provas.iave.pt/np4/file/84/Tipologia_itens_Dez_14.pdf

definir os critérios que caracterizam os níveis de desempenho da componente atitudinal. Na segunda e na terceira aplicações, a percentagem de concordância dos diferentes codificadores foi superior a 80%, pelo que se considerou que a grelha apresentava fidelidade (Coutinho, 2011).

A fidelidade do teste foi assegurada após o seu preenchimento, por quatro investigadores diferentes, incluindo um membro do corpo docente da escola onde decorreu a aplicação do PI, tendo sido alcançado o consenso na primeira aplicação, pelo que foi considerado fiel.

Finaliza-se o presente subcapítulo alertando para a existência de ameaças à validade interna do estudo, em particular, a incerteza de que as relações observadas empiricamente entre as variáveis independente e dependente podem ou não ser explicadas por outros fatores, outras variáveis além da variável independente. No contexto da PES é impossível assegurar que todas as variáveis intervenientes estão controladas, existindo ainda a impossibilidade de definir um grupo controlo equivalente ao grupo experimental, tendo existido, contudo, um esforço de anular possíveis fatores condicionantes.

IV.3. Amostra

A amostra envolvida no PI é uma amostra de conveniência, que consiste na utilização de um grupo de indivíduos que se encontre disponível e ao alcance do investigador, sendo comum a professores e formandos em situação de PES a utilização das turmas que lhes foram atribuídas. Trata-se de um processo de amostragem não probabilístico pelo que a amostra obtida não é representativa de nenhum grupo, não sendo generalizável a nenhuma população (Cohen et al., 2007). No entanto, apesar de se tratar de uma amostra não generalizável, os resultados obtidos poderão constituir importantes indicadores para a melhoria da prática docente, pelo que estudos desta natureza não deixam de se apresentar como relevantes.

Quanto à caracterização da amostra, esta é constituída por vinte alunos ($n=20$) de uma turma de 11^o ano, nove elementos são do sexo feminino e onze do sexo masculino, com idades compreendidas entre os quinze e os dezassete anos. Os alunos que constituem a amostra frequentam a Escola Secundária Carolina Michaëlis, estabelecimento de ensino situado no centro da cidade do Porto.

Capítulo VI Programa de Intervenção

O Capítulo V compreende uma descrição detalhada dos elementos que constituem o Programa de Intervenção referente à investigação desenvolvida, bem como uma breve explicação da sua aplicação e operacionalização. Pode também ser encontrada uma caracterização do recurso pedagógico em causa – o jogo de tabuleiro intitulado “Jogo Sedimentar”.

V.1. Recurso Educativo: O Jogo Sedimentar

A potencialidade educativa que os jogos oferecem prende-se com a sua capacidade de motivar o desenvolvimento de competências e promover a colaboração entre os discentes na resolução de problemas, numa estratégia que pretende ampliar o gosto pela ciência e pelo saber (Featherstone, 2016). Através do jogo os jovens aprendem, enquanto a sua criatividade é estimulada, desenvolvendo a linguagem, o raciocínio científico e a concentração (Kafai, 2006). As atividades lúdicas despertam o interesse do aluno, promovendo a sua participação, obrigam ao diálogo com os seus colegas, encorajam a ouvir diferentes opiniões sobre o tema abordado, apelam à reflexão, à formulação de questões, à construção e/ou alteração do seu conhecimento, levando à conscientização sobre o seu papel social no mundo e desenvolvendo, por isso, a literacia científica dos discentes (Constante & Vasconcelos, 2010). Promove-se a compreensão de conhecimento substantivo e processual, bem como o desenvolvimento das capacidades investigativas defendidas numa perspetiva de Ensino orientado para a Investigação.

O jogo didático desenvolvido no âmbito desta investigação consiste num jogo de tabuleiro, intitulado “Jogo Sedimentar”. O “Jogo Sedimentar” (Apêndice III) apresenta-se dividido em quatro domínios (figura V.1) que correspondem a quatro temáticas distintas: o domínio azul é subordinado ao tema “Calcários Biogénicos”, o domínio amarelo refere-se à temática “Carvão e Petróleo”, o domínio verde relaciona-se com as questões de exploração de recursos e impactes ambientais e, por fim, o domínio vermelho aborda questões relacionadas com a Natureza da Ciência e a construção do conhecimento científico.

Entendeu-se como fundamental que um dos domínios a abordar no decorrer do jogo estivesse relacionado com a compreensão da Natureza da Ciência uma vez que visões adequadas da forma como se processa e desenvolve o conhecimento auxiliam na aprendizagem do conteúdo científico e na compreensão da própria ciência, promovendo um maior interesse pela mesma e proporcionando a tomada de decisões informadas (Torres & Vasconcelos,

2015). O facto de ser uma das vertentes menos abordadas e exploradas pelos docentes de ciências motivou, também, a sua inclusão no jogo.



Figura V.1 - Jogo Sedimentar


Um dos aspetos críticos do desenvolvimento e produção do jogo prendeu-se com a dificuldade de formular questões desafiantes que, ao mesmo tempo, implicassem a mobilização de diversos saberes e competências, enquanto potenciavam a construção de diferentes tipos de conhecimento (processual, substantivo e epistemológico), tal como foi primeiramente preconizado pelo Currículo Nacional do Ensino Básico (Ministério da Educação, 2001). Segundo o referido documento, entende-se por conhecimento processual a “*realização de pesquisa bibliográfica, observação, execução de experiências, individualmente ou em equipa, avaliação dos resultados obtidos, planeamento e realização de investigações, elaboração e interpretação de representações gráficas onde os alunos utilizem dados estatísticos e matemáticos*”; o conhecimento substantivo, por seu lado, é definido como a “*análise e discussão de evidências, situações problemáticas, que permitam ao aluno adquirir conhecimento científico apropriado, de modo a interpretar e compreender leis e modelos científicos, reconhecendo as limitações da Ciência e da Tecnologia na resolução de problemas, pessoais, sociais e ambientais*”; estando, por fim, o conhecimento epistemológico que se caracterizará pela promoção “*da análise e debate de relatos de descobertas científicas, nos quais se evidenciem êxitos e fracassos, persistência e formas de trabalho de diferentes cientistas, influências da sociedade sobre a Ciência, possibilitando ao aluno confrontar, por um lado, as explicações científicas com as do senso comum, por outro, a ciência, a arte e a religião*” (Ministério da Educação, 2001, p. 132).



O Brasil tem sido uma referência mundial em pesquisas no setor petrolífero, o que garantiu a autossuficiência do país na produção de petróleo. O sucesso na exploração em águas profundas do mar, responsável pelo aumento na produção, deve-se aos esforços das parcerias adotadas por empresas petrolíferas com centros de pesquisa e universidades. A relevância do petróleo no sistema económico mundial justifica a grande quantidade de inovações no setor petrolífero e a necessidade de proteção do conhecimento desenvolvido, como chave para a competitividade.

Fonte: file:///C:/Users/Utilizador/Downloads/2104-5067-7-FB.pdf

Comenta o texto, evidenciando os fatores que, na tua opinião, mais influenciam, na atualidade, o desenvolvimento científico.




As águas de lixiviação das minas de carvão, que podem ser mais ou menos ácidas dependendo do conteúdo em pirite dos carvões, degradam a qualidade da água da região, aumentando também o seu conteúdo em metais pesados.

Avalia o impacto para a saúde pública da mineração do carvão.

	Carbono (%)	Hidrogénio (%)	Oxigénio (%)
Madeira	49,65	6,23	43,20
Turfa	55,44	6,28	36,56
Lignite	72,95	5,24	20,50
Hulha	84,24	5,55	8,69
Antracite	93,50	2,81	2,72

Analisa os dados da tabela e enumera as alterações verificadas no material de origem vegetal durante o processo de incarbonização.



Identifica o tipo de rocha sedimentar presente na figura, descrevendo sucintamente o seu processo de formação.

Figura V.2 - Exemplos de questões presentes no Jogo Sedimentar.

As vinte e quatro questões (figura V.2) que compõem o jogo primam pela promoção do desenvolvimento do raciocínio científico e da construção e consolidação de diferentes tipos de conhecimento, apresentando, cada uma delas, objetivos pedagógicos específicos (Apêndice IV).

O jogo não é mais que um recurso educativo capaz de enriquecer o ambiente de aprendizagem, não obstante o carácter lúdico, o Jogo Sedimentar é potenciador da construção de saberes e, mais ainda, do desenvolvimento do raciocínio e da curiosidade científica.

V.1.1. Dinâmica de Jogo

A dinâmica do Jogo Sedimentar tem a sua base na colaboração entre alunos (atividade em grupo), onde se pretende que os mesmos encarnem o papel de jovens cientistas. Cada grupo de alunos é considerado um “Grupo de Investigadores” e, para eles, os restantes grupos representam a “Comunidade Científica”. A cada ronda, cada grupo terá de ler a situação-problema que lhe foi atribuída e explicar aos colegas (“Comunidade Científica”) a resolução proposta. Cabe à Comunidade Científica avaliar o conteúdo proposto para a resolução do problema, num processo onde cada “Grupo de Investigadores” deve argumentar e defender os seus pontos de vista, numa tentativa de alcançar a aceitação da Comunidade Científica.

A dinâmica proposta pretende, de forma evidente, mimetizar algumas das dificuldades experienciadas pelos investigadores de todo o mundo, consciencializando os alunos para as divergências sentidas dentro da comunidade científica.

Os alunos são advertidos para a importância do seu papel mal se inicia a leitura das regras do jogo, de onde se cita o primeiro parágrafo a título ilustrativo (poderá consultar-se o texto integral no Apêndice III):

Cientistas por um dia!

Neste jogo pretende-se que os jogadores encarnem o papel de jovens cientistas. Cada desafio lançado pretende mimetizar alguns obstáculos ou algumas das etapas vividas pelos cientistas quando desenvolvem uma investigação. Alguns desafios implicam a análise de dados, outros implicam a criação de hipóteses ou mesmo a discussão de determinados resultados. Tu e os teus colegas serão cientistas por um dia!

V.1.2. Regras do Jogo

No centro do tabuleiro encontra-se um ponteiro giratório que determinará, em cada ronda, qual o domínio do tabuleiro a ser utilizado.

As equipas jogam em simultâneo, não existindo, por isso, necessidade de determinar os primeiros a jogar. Cada equipa seleciona, à vez, com a roleta, o tema de onde deverá retirar uma carta. Cada equipa tem cinco minutos para resolver o seu desafio. Durante a resolução das situações problema, os discentes discutem com os pares (colegas de equipa) a resolução do desafio e tentam chegar a uma resposta. Assim que o tempo termina, cada equipa apresenta aos restantes jogadores as suas conclusões. A “Comunidade Científica” avalia a resolução do desafio e verifica se está de acordo (ou não) com a mesma.

Se a “Comunidade Científica”, isto é, os restantes jogadores, concordarem com a resolução do desafio, a equipa em questão recebe três pontos. Se, por outro lado, nenhuma das outras equipas concordar com a resolução, nenhum ponto será atribuído. Caso a “Comunidade Científica” não consiga chegar a um consenso (uns jogadores concordam com a resolução apresentada mas outros não), apenas um ponto será atribuído. Ganha o jogo a primeira equipa a alcançar dez pontos.

Note-se que são amplamente estimuladas as capacidades de comunicação e argumentação, além das capacidades investigativas.

V.2. Operacionalização do Programa de Intervenção

Para assegurar o bom funcionamento de todas as fases e garantir a participação de todos os intervenientes, o grupo-turma foi dividido em dois turnos, tendo existido dois momentos de aplicação do PI: um primeiro momento na manhã do dia cinco de abril do presente ano civil, tendo o segundo momento de intervenção tomado lugar na tarde do mesmo dia. Para que a operacionalização de todo o PI fosse possível, disponibilizaram-se duas aulas de Biologia-

Geologia, com duração total de cento e cinquenta minutos cada. As fases que seguidamente se descrevem foram, por isso, realizadas para cada um dos turnos considerados.

V.2.1. Aplicação das unidades de Pré e Pós-teste

No sentido de avaliar a influência do jogo na aprendizagem, procedeu-se à aplicação, a dois tempos, de um teste. A operacionalização das unidades de pré e pós-teste decorreu em duas fases distintas, temporalmente separadas. Na primeira fase decorreu a implementação do pré-teste, com duração de quinze minutos, onde os indivíduos que constituíram a amostra preencheram o teste individualmente (fase de aplicação do pré-teste).

A segunda fase da intervenção consistiu na aplicação do jogo didático desenvolvido, com duração de cem minutos, onde os elementos da amostra assumiram o papel de investigadores, resolvendo e discutindo os desafios que iam sendo propostos. Concomitantemente, observadores independentes tomaram registos da componente atitudinal dos discentes envolvidos.

A terceira fase – implementação do pós-teste – decorreu após a realização do jogo, tendo a duração aproximada de quinze minutos. Esta última etapa consistiu na aplicação do mesmo conjunto de questões utilizadas na fase de pré-teste, com preenchimento individual das mesmas por parte dos discentes envolvidos.

V.2.2. Preenchimento da Grelha de Observação

Em paralelo com a realização do jogo, procedeu-se ao registo das atitudes e comportamentos evidenciados pelos discentes, durante a aplicação do PI. Para tal, dois observadores independentes recorreram à Grelha de Observação já apresentada em secções anteriores, atribuindo níveis de desempenho para cada um dos elementos constituintes da amostra, para todos os parâmetros considerados.

Por se encontrarem na sala no momento da aplicação do PI, os investigadores são considerados observadores participantes, sendo, no entanto, uma participação passiva (não há qualquer interação entre eles e os elementos da amostra) e de baixa interferência por se encontrarem numa posição afastada da ação, sem se manifestarem na ação interventiva.

Capítulo VII Resultados e Discussão

O presente capítulo é composto por três secções distintas. Na primeira secção é apresentada uma compilação dos resultados obtidos no pré-teste e pós-teste, bem como a análise da

estatística descritiva e da aplicação do teste de Wilcoxon. Na segunda secção são apresentados os resultados obtidos através do registo dos observadores independentes, efetuados com a grelha de observação desenvolvida. Por fim, o capítulo encerra com a integração dos resultados de carácter quantitativo (testes) e qualitativo (grelha de observação), discutindo-se os mesmos no sentido de retirar importantes ilações, capazes de auxiliar a prática docente.

VI.1. Resultados da aplicação do teste

Após a operacionalização das unidades de pré e pós-teste procedeu-se à análise das classificações obtidas por cada um dos elementos que integram a amostra. A comparação dos níveis de desempenho obtidos na realização do teste a dois tempos (pré e pós) permitirá a construção de indicadores, promovendo a reflexão sobre a prática pedagógica e as potencialidades das atividades lúdicas em contexto formal.

Numa análise global dos resultados, questão a questão, é perceptível uma melhoria das classificações obtidas no pós-teste, comparativamente com os resultados obtidos no pré-teste. Os desempenhos dos discentes evoluíram favoravelmente após aplicação do Programa de Intervenção (figura VI.1), com registo de classificações mais elevadas no pós-teste. Note-se que, para cada uma das questões, várias classificações intermédias são permitidas, exceto para Q1, Q2 e Q3 por se tratarem, respetivamente, de questões de escolha múltipla (Q1 e Q2) e de ordenação de afirmações (Q3).

Para as questões Q1 e Q3, as médias das cotações do pós-teste coincidem com a cotação máxima permitida, o que revela que todos os alunos acertaram na totalidade a resposta às duas questões referidas, contrariamente ao verificado no pré-teste (figura VI.1).

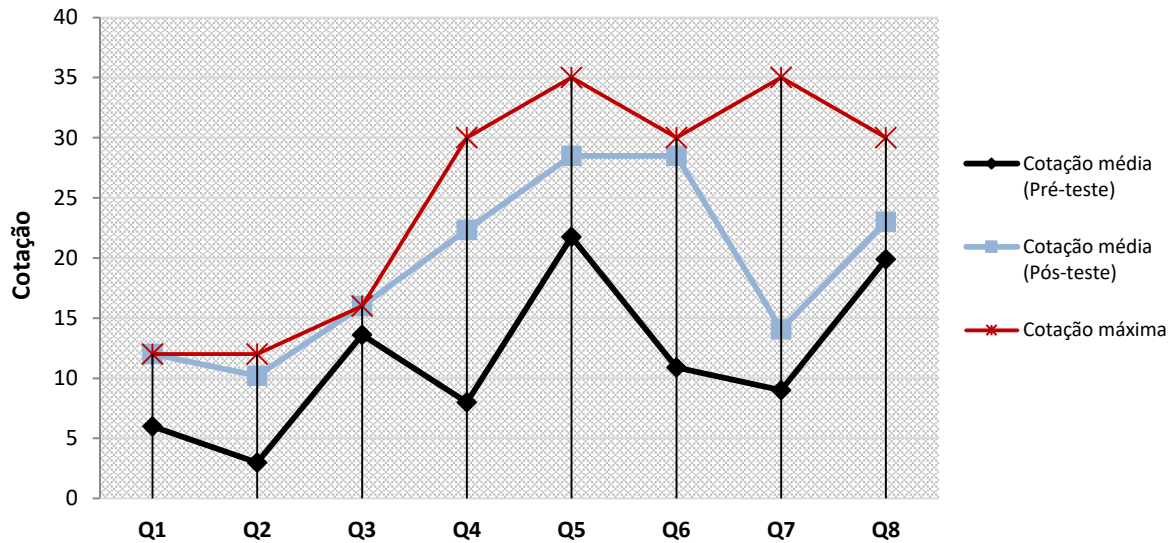


Figura VI.1 – Cotações médias obtidas pelos alunos em cada questão, para o pré-teste e para o pós-teste. A cotação máxima permitida para cada questão é também apresentada.

As questões Q2, Q4, Q6 e Q7 registaram os piores desempenhos para o pré-teste, com registo de cotações algo afastadas da cotação máxima permitida. É, porém, observável uma melhoria evidente das classificações para as questões supramencionadas após aplicação do PI uma vez que se verificou uma subida das cotações médias obtidas pelos alunos na segunda aplicação do teste.

Importa ainda referir que apesar da melhoria na performance dos alunos registada após a intervenção (realização do jogo), a questão sete apresenta os piores desempenhos tanto na primeira aplicação do teste, como na segunda aplicação do mesmo. A questão em causa está subordinada ao tema “Natureza da Ciência”, o que poderá justificar as dificuldades sentidas pelos discentes em responder à questão colocada por se tratar de uma temática desconhecida e raramente abordada pelos docentes em sala de aula.

No sentido de se verificar se a aplicação do Programa de Intervenção contribuiu positivamente, e de forma significativa, para o processo de aprendizagem, procedeu-se a uma análise estatística dos resultados obtidos, resumindo-se os mesmos na tabela VI.1.

Tabela VI.1 - Média dos resultados obtidos no pré e pós-teste (0-200), com desvio padrão e registo de valores mínimos e máximos.

Estatísticas descritivas					
	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
Pré-teste	20	57	137	92,2	22,71
Pós-teste	20	105	190	154,6	25,52

Numa primeira análise, ainda que superficial, verificou-se uma subida dos valores mínimos e máximos obtidos no pós-teste, quando comparados com os valores obtidos na primeira aplicação do teste.

Para uma análise mais robusta dos resultados, procedeu-se à realização do teste estatístico de Wilcoxon, que viabilizou a aceitação ou rejeição das hipóteses de investigação inicialmente propostas (consultar secção 1.2. *Problema, hipótese e objetivos de investigação*). A realização do teste estatístico de Wilcoxon para amostras emparelhadas (não paramétricas) permitiu, pois, atestar que os resultados do pós-teste traduzem uma subida estatisticamente significativa das classificações obtidas ($Z = -3,920$; $p = 0,000$) para um intervalo de confiança de 99%, o que resulta na rejeição da H_0 e aceitação de H_1 .

VI.2. Resultados da aplicação da Grelha de Observação

A grelha de observação desenvolvida e aplicada no âmbito deste estudo (que pode ser consultada na secção IV.2. *Técnicas e instrumentos de investigação*) permitiu aferir as alterações atitudinais e comportamentais dos alunos, no decorrer da ação interventiva prevista no estudo.

Os parâmetros aferidos, já mencionados em secções prévias, foram definidos e selecionados por se tratarem de fatores condicionantes das dinâmicas educativas e das próprias aprendizagens.

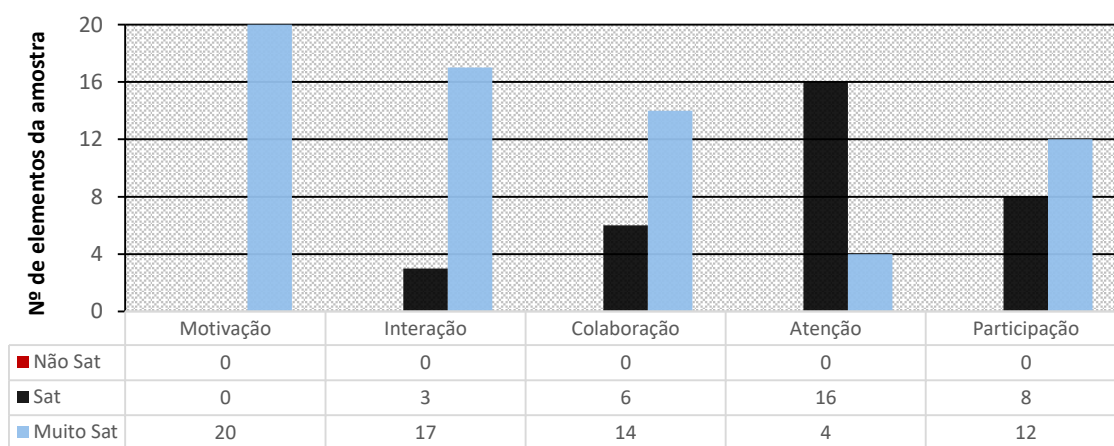


Figura VI.2 - Resultados aferidos pela aplicação de grelha de observação durante o Programa de Intervenção, para os cinco parâmetros considerados: motivação, interação, colaboração, atenção e participação. Não Sat – Desempenho Não satisfatório; Sat – Desempenho Satisfatório; Muito Sat – Desempenho Muito Satisfatório.

Os dados apresentados na figura VI.2 foram recolhidos por dois investigadores independentes através do preenchimento de duas grelhas de observação idênticas, cujos resultados foram compilados de forma a facilitar a sua interpretação.

A aplicação do Programa de Intervenção evidenciou e promoveu a colaboração e a interação entre discentes, com o nível de desempenho *Muito Satisfatório* a registar maior expressividade para os referidos parâmetros. Os níveis motivacionais do grupo-turma atingiram o desempenho máximo com todos os elementos da amostra a registar o nível *Muito Satisfatório*, indiciando já uma das potencialidades pedagógicas da utilização de jogos didáticos.

Também o parâmetro *Participação* verificou predominância do nível de desempenho *Muito Satisfatório* embora, neste caso particular, a diferença entre o número de indivíduos com registo *Satisfatório* e o número de indivíduos com nível *Muito Satisfatório* seja pouco acentuada.

Os níveis de atenção registados foram predominantemente de tipo *Satisfatório*, com registo de apenas quatro elementos com desempenho *Muito Satisfatório*.

Note-se ainda que em nenhum dos parâmetros os observadores independentes registaram desempenhos de nível *Não Satisfatório*.

Na tentativa de relevar mais expressividade aos resultados obtidos e de facilitar a compreensão da dimensão das alterações atitudinais e comportamentais decorrentes da aplicação do PI, explora-se seguidamente um registo (figura VI.3) efetuado no decorrer de uma aula de cariz mais expositivo (sem utilização de recursos didáticos, nomeadamente jogos) pelas três investigadoras que, de uma ou outra forma, estiveram envolvidas neste estudo. O parâmetro *Colaboração* não foi considerado nesta aplicação uma vez que a dinâmica de sala de aula escolhida não incluía trabalho grupal.

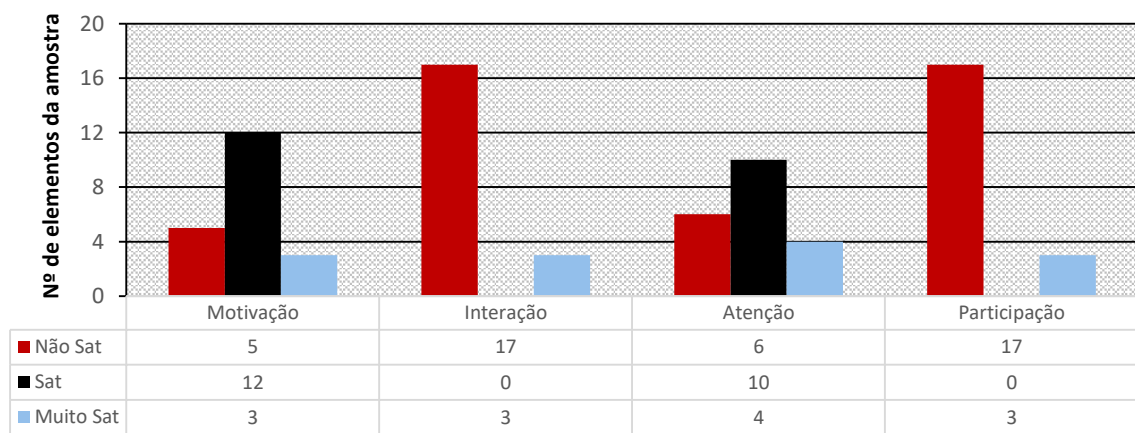


Figura VI.3 - Resultados aferidos pela aplicação de grelha de observação no decorrer de aula de cariz expositivo, para quatro parâmetros: motivação, interação, atenção e participação. Não Sat – Desempenho Não satisfatório; Sat – Desempenho Satisfatório; Muito Sat – Desempenho Muito Satisfatório

Os dados recolhidos nesta aplicação, realizada *a priori* do PI, revelam que os níveis de motivação, interação e participação dos discentes apresentam-se, geralmente, baixos, com nível *Não Satisfatório* a apresentar grande expressividade no referido conjunto de dados.

Numa análise comparativa de resultados, torna-se evidente que a aplicação do PI desenvolveu diversos aspetos da componente atitudinal, nomeadamente a participação e a interação dos alunos. Reitera-se, também, o impacte positivo que a aplicação do jogo didático produziu ao nível da motivação dos discentes.

Na secção seguinte, realizar-se-á uma integração de todos os resultados (de caráter qualitativo e de caráter quantitativo), discutindo-se os mesmos, no sentido de retirar ilações e aferir alguns indicadores passíveis de auxiliar os docentes no exercício da prática pedagógica.

VI.3. Discussão dos resultados obtidos

Analisando conjuntamente os resultados, é possível afirmar que a aplicação do jogo surtiu efeitos positivos ao nível da aprendizagem e a nível comportamental e motivacional. Os discentes envolvidos no estudo foram capazes de responder acertadamente a um maior número de questões e de forma mais completa após a realização do jogo (figura VI.1.) o que permite constatar que a realização de atividades desta índole serão potenciadoras da construção de conhecimento. Mais ainda, quando cruzamos os dados de cariz quantitativo com os dados de cariz qualitativo, é perceptível o maior envolvimento dos alunos no processos de ensino-aprendizagem aquando da aplicação do jogo, uma vez que os parâmetros colaboração, interação e participação registaram níveis de desempenho predominantemente de tipo *Muito Satisfatório*, contrariamente ao que se verifica em aulas de cariz mais expositivo e sem recurso a ferramentas dinamizadoras (figuras VI.2. e VI.3.). No domínio da atenção, os resultados não se afiguraram tão positivos, com predominância de performances de nível *Satisfatório*, o que poderá ser indicador de que mesmo utilizando recursos didáticos, apelativos e interativos, os alunos serão incapazes de manter níveis de atenção elevados em aulas de cento e cinquenta minutos. Por outro lado, no que se refere aos níveis motivacionais registados, imperou o desempenho *Muito Satisfatório* o que se deve, essencialmente, ao fator novidade e ao cariz interativo da atividade desenvolvida.

Os alunos apresentaram ainda um bom domínio dos conteúdos conceituais constantes do Programa da disciplina, mobilizando e construindo saberes nas temáticas conceituais abordadas, facto que é corroborado pelos bons resultados do pós-teste. Se conjugarmos agora todos os resultados, poder-se-á verificar que a melhoria das classificações registada no pós-teste será consequência, não só, da aplicação do jogo didático mas também da própria

mudança comportamental dos envolvidos uma vez que níveis elevados de atenção, participação, interação e motivação facilitarão a apropriação e a construção de conhecimento.

É de notar, contudo, que nas questões de carácter epistemológico os envolvidos demonstraram maior dificuldade de resposta, quer no pré-teste, quer no pós-teste, embora tenham sido registadas melhorias no último (figura VI.1). Tais dificuldades prender-se-ão com o facto de questões relacionadas com a natureza da ciência e da construção do conhecimento científico serem pouco abordadas nos manuais escolares e dificilmente referidas pelos docentes.

Considerando o problema de investigação proposto – verificar se a aplicação de um jogo didático auxilia a aprendizagem de conteúdos concetuais e influencia a componente atitudinal, no âmbito do tema IV “Geologia, problemas e materiais do quotidiano” do Programa de Biologia-Geologia para o 11º ano de escolaridade – e analisando conjuntamente os resultados do estudo, poder-se-á agora responder ao problema acima exposto. O jogo didático desenvolvido contribui para a aprendizagem de conteúdos concetuais, influenciando positivamente as atitudes e comportamentos dos alunos, facilitando a criação de ambientes de aprendizagens mais ricos e mais dinâmicos, promotores da construção social do conhecimento.

Capítulo VIII | Conclusões

VII.1. Conclusões Gerais

O desenvolvimento desta investigação permitiu identificar dificuldades na manutenção dos níveis de atenção dentro da sala de aula, onde os discentes apresentam frequentemente uma atitude passiva, pouco participativa e colaborativa. Nesse contexto, a introdução de recursos educativos de carácter dinâmico e interativo afigura-se como enriquecedora do ambiente de aprendizagem.

A utilização de um jogo de tabuleiro como ferramenta educativa verificou-se proficiente enquanto potenciadora de aprendizagens, promovendo a colaboração e a interação dos discentes, mas também aumentando o seu interesse e participação, resultando numa atitude proactiva face à construção do seu conhecimento. Os discentes revelaram-se empenhados, dedicados e concentrados durante a realização das atividades pelo que atividades desta

índole poderão contribuir para a manutenção de níveis de atenção satisfatórios, durante a prática letiva.

No que concerne ao conteúdo concetual, a aplicação do programa de intervenção proporcionou a construção de conhecimento substantivo, processual e epistemológico, atestado pela subida de resultados no pós-teste. A subida de resultados permite aceitar como válida a hipótese de investigação que admite que a aplicação do jogo didático, em contexto formal, a uma turma de 11^o ano, influencia positivamente a aprendizagem dos alunos, dada a significância estatística garantida pelo teste de Wilcoxon.

A melhoria das classificações verificada no pós-teste é resultante não só da aplicação do jogo pelo seu carácter educativo e lúdico, mas também da própria mudança atitudinal uma vez que alunos mais atentos, participativos e colaborativos estarão mais aptos à construção social de conhecimento. A dinâmica de jogo e o seu carácter lúdico, o trabalho em grupo promotor da interação entre discentes e o fator novidade apresentam-se como facilitadores da apropriação de saberes por parte dos intervenientes no estudo.

Contudo, a relação de causalidade que pode ser estabelecida entre a aplicação de jogos e a aprendizagem é, nestes casos, pouco robusta já que é impossível controlar todas as variáveis intervenientes. É indubitável, porém, que a aplicação de jogos em contexto formal pode auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, combatendo a apatia dos discentes e estimulando a sua autonomia, enquanto é também favorecido o desenvolvimento do raciocínio científico e o gosto pela ciência.

É ainda necessário referir que a planificação e estruturação do plano de intervenção culminou na produção de um jogo didático e de dois instrumentos de recolha de dados - a grelha de observação e o teste – que se revelaram eficazes no seu propósito, sendo atestada a sua validade. A grelha de observação revelou-se ainda um valioso instrumento de avaliação das atitudes no contexto de sala de aula por permitir, de forma objetiva, registar os comportamentos a níveis tão essenciais como o da atenção, motivação, participação e interação, parâmetros condicionantes do bom funcionamento da sala de aula.

Os objetivos de investigação foram, por isso, alcançados, tanto o objetivo concetual como os objetivos educacionais, já que os discentes envolvidos desenvolveram saberes no âmbito da formação das rochas sedimentares biogénicas, bem como na utilização e exploração dos recursos energéticos e formas de minimizar os impactes ambientais causados pela sua exploração. Foi ainda promovida a reflexão sobre a integração da Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente, com enfoque na análise e discussão de situações-problema do quotidiano que culminaram no desenvolvimento do raciocínio e da literacia científica.

Destaca-se também a intervenção ao nível da Natureza da Ciência que se revelou frutífera ainda que com resultados menos expressivos do que para outros campos conceituais. Os alunos envolvidos foram, contudo, capazes de perceber a ciência como social e culturalmente incorporada, compreendendo que o conhecimento científico é provisório e mutável, alterando mesmo algumas das suas concepções relativamente à natureza do conhecimento científico.

Convocando agora o problema inicial orientador da investigação, e em jeito conclusivo, reitera-se que a utilização de jogos didáticos auxilia a aprendizagem de diversos tipos de conhecimento, favorecendo a construção social do mesmo e provocando alterações positivas no contexto atitudinal. No entanto, e apesar de se pretender que o aluno seja o principal ator do processo educativo, a rentabilização destes recursos caberá sempre ao docente e à forma como este escolhe utilizá-los. O papel do professor, neste contexto, é, por isso, essencial e determinante no sentido de transformar o jogo numa ferramenta pedagógica de alto potencial e não um mero recurso lúdico.

VII.2. Limitações e sugestões para futuras investigações

A investigação desenvolvida, apesar dos resultados positivos, é condicionada pelo seu enquadramento na Prática de Ensino Supervisionada, estando por isso subordinada a uma amostra de pequenas dimensões, não probabilística, o que impede a generalização dos resultados obtidos. Não diminui a validade da mesma, apenas não lhe confere a robustez que a mesma poderia ter exibido se fosse conferida a possibilidade de selecionar uma amostra aleatória.

Mais, o estudo apresentado carece de um grupo controlo que poderia ilustrar com maior precisão a evolução das aprendizagens como fruto da aplicação do jogo, anulando algumas das variáveis que não puderam ser controladas.

Sugere-se, por isso, a realização de um estudo com contornos semelhantes mas que recorra a uma amostra representativa (aleatória), idealmente com a utilização de vários grupos experimentais e um grupo controlo. A robustez dos resultados permitiria a retirada de ilações generalizáveis à população.

Acrescenta-se ainda a sugestão de aplicar o jogo pelo menos uma vez em cada período letivo no sentido de aferir os efeitos dessa aplicação no desempenho escolar dos alunos (fichas de avaliação sumativa, fichas de avaliação pratico-laboratorial, entre outras). Dado que o PI foi apenas aplicado num momento único durante o ano letivo, seria pertinente averiguar se as

melhorias verificadas no pós-teste poderão refletir-se nos diversos momentos de avaliação ou se auxiliarão os discentes na preparação ou na realização das fichas de avaliação.

VII.3. Implicações para o desenvolvimento profissional

O último objetivo de investigação definido prende-se com o desenvolvimento e a emancipação profissional docente, pelo que se dedica a última secção deste estudo à reflexão sobre o contributo do mesmo para a evolução e crescimento profissional que se espera de um docente ainda em formação.

A realização deste estudo permitiu, pois, desenvolver capacidades organizativas e ao nível do planeamento, uma vez que cabe ao professor-investigador planificar e calendarizar todas as fases constituintes da investigação. O desenvolvimento de tais capacidades serão uma mais-valia para qualquer docente e a sua aplicabilidade no contexto escolar é inumerável. A investigação requer ainda que o professor-investigador possua conhecimentos sólidos sobre as diversas metodologias investigativas existentes, na tentativa de se selecionar o melhor método e as melhores estratégias de forma a alcançar os objetivos estabelecidos.

Um dos aspetos mais relevantes é, contudo, o facto de o investigador assumir o seu papel enquanto docente e enquanto agente educativo. O PI é desenvolvido tendo por base um plano normativo, neste caso a perspetiva de Ensino Orientado para a Investigação, o que implica que o investigador deve garantir que o aluno é um agente ativo na construção do conhecimento, auxiliando e facilitando o processo. Na aplicação de uma intervenção como a apresentada, é ainda necessário assegurar que o ambiente de sala de aula confere igualdade a todos os alunos, que todas as opiniões são respeitadas e valorizadas, fazendo crescer a sensação de segurança e confiança nos alunos, para que os objetivos pedagógicos possam ser alcançados. Desta forma, o professor-investigador toma consciência da importância das suas ações dentro da sala de aula e do seu papel fundamental ao processo de ensino-aprendizagem.

A sensibilização para o seu papel, para a sua pertinência mas, acima de tudo, para a relevância que os discentes devem ter no processo de construção de saberes parece, por isso, uma das maiores contribuições do estudo para o desenvolvimento profissional do professor-investigador em causa.

A capacitação ao nível da construção de recursos educativos constitui-se como outra das implicações da presente investigação, no âmbito do desenvolvimento profissional. O jogo desenvolvido pressupõe a seleção de conteúdos programáticos pertinentes e a sua adaptação a objetivos pedagógicos específicos. Exigiu também um conhecimento científico profundo das

temáticas em causa de forma a poder adaptá-las ao público-alvo, contribuindo para complementar a formação científica do investigador.

Mas, acima de tudo, o desenvolvimento e aplicação desta investigação permitiu a criação de uma identidade profissional, onde o professor-investigador desenvolveu o seu espírito crítico, a sua autonomia, a sua imaginação e criatividade, os seus conhecimentos de cariz científico, as suas competências enquanto agente da ação educativa e, mais ainda, adotou, conscientemente, a perspetiva de ensino que será normativa à forma como conduzirá a prática letiva.

O maior contributo desta investigação para a emancipação docente é, assim, a consciencialização do docente para o seu papel enquanto parte integrante da comunidade educativa mas, acima de tudo, enquanto parte integrante das aprendizagens das gerações atuais e futuras.

Referências Bibliográficas

- Aceytuno, M.T., & Barroso, M. (2015). The Development of Inquiry-based Learning (IBL) Methodology in Undergraduate Higher Education. *In Multidisciplinary Academic Conference on Education, Teaching and Learning, Praga, 4-6 de dezembro (pp.93-100)*. Praga, República Checa: MAC Prague Consulting Ltd.
- Boiko, V. A., & Zamberlan, M. A. (2001). A Perspetiva sócio-construtivista na Psicologia e na Educação: O brincar na pré-escola. *Psicologia em Estudo, 6*(1), 51-58.
- Calhau, M. (2011). *Principais biocombustíveis e combustíveis fósseis, com breve abordagem ao Projecto de Conversão da Refinaria de Sines do ponto de vista da Higiene e Segurança* (Dissertação de Mestrado). Lisboa: Universidade Nova de Lisboa. Disponível em <http://run.unl.pt/handle/10362/7690>
- Carmo, H., & Ferreira, M. (1998). *Metodologia da Investigação: Guia para a Auto-aprendizagem*. Lisboa: Universidade Aberta
- Carvalho, A. M. G. (1996). *Geologia: Morfogénese e Sedimentogénese*. Lisboa: Universidade Aberta
- Carvalho, A. M. G. (2003). *Geologia Sedimentar: Volume II – Sedimentologia*. Lisboa: Âncora Editora
- Carvalho, A. M. G. (2006). *Geologia Sedimentar: Volume III – Rochas Sedimentares*. Lisboa: Âncora Editora.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research methods in education* (6th ed.). Routledge.
- Constante, A., & Vasconcelos, C. (2010). Actividades lúdico-práticas no ensino da geologia: complemento motivacional para a aprendizagem. *Terræ Didática, 6*(2), 101-123.
- Cook, T. D., & Reichardt, C. S. (1986). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*. Madrid, Espanha: Ediciones Morata, S. L.
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. Coimbra: Almedina
- Damiani, M. F. (2008). Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus. *Educar em revista, 31*, 213-230.

- Dockery, D., Pope, C., Xu, X., Spengler, J., Ware, J., Fay, M., Ferris, B. & Speizer, F. (1993). An association between air pollution and mortality in six US cities. *New England journal of medicine*, 329(24), 1753-1759. doi: 10.1056/NEJM199312093292401
- Featherstone, Mark (2016). Using Gamification to Enhance Self-directed, Open Learning in Higher Education. In: *10th European Conference on Games Based Learning, University of the West of Scotland, Paisley, Scotland, 6-7 de outubro*.
- Fernandes, E. A., Rodrigues, O. D., & Murteira, V. G. (2013). Biorremediação no combate ao derramamento de Petróleo. *Bolsista de Valor*, 3, 67-70.
- Gurgel, A., Medeiros, A., Alves, P. C., Silva, J. M., Gurgel, I., & Augusto, L. G. (2009). Framework dos cenários de risco no contexto da implantação de uma refinaria de petróleo em Pernambuco. *Ciência & Saúde Coletiva*, 14(6), 2027-2038.
- Gutierrez, S. (2015). Collaborative professional learning through lesson study: Identifying the challenges of inquiry-based teaching. *Issues in Educational Research*, 25(2), 118-134. Disponível em: <http://www.iier.org.au/iier25/gutierrez.html>
- International Energy Agency (IEA) (2015). *Key world energy statistics*. França: OECD/IEA. Disponível em www.iea.org/publications/freepublications/
- Jacob, D. E., Soldati, A. L., Wirth, R., Huth, J., Wehrmeister, U., & Hofmeister, W. (2008). Nanostructure, composition and mechanisms of bivalve shell growth. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 72(22), 5401-5415. doi:10.1016/j.gca.2008.08.019
- Kafai, Y. B. (2006). Playing and making games perspectives for game studies. *Games and Culture*, 1(1), 36–40.
- Ketele, J. M., & Roegiers, X. (1993). *Metodologia da Recolha de Dados. Fundamentos dos métodos de observações, de questionários, de entrevistas e de estudo de documentos*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Klein, C., & Mizusaki, A. M. P. (2007). Cimentação carbonática em reservatórios siliciclásticos: o papel da dolomita. *Pesquisas em Geociências*, 34(1), 91-108.
- Ladewig, I. (2000). A importância da atenção na aprendizagem de habilidades motoras. *Revista Paulista de Educação Física*, 3, 62-71.
- Lüdke, M. & André, M. E. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagogia e Universitária.

- Lund, T. (2012). Combining Qualitative and Quantitative Approaches: Some Arguments for Mixed Methods Research. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 56(2), 155-165. doi: 10.1080/00313831.2011.568674
- Milani, E. J., Brandão, J. A. S. L., Zalán, P. V., & Gamboa, L. A. P. (2000). Petróleo na margem continental brasileira: geologia, exploração, resultados e perspectivas. *Brazilian Journal of Geophysics*, 18(3), 351-396.
- Miller, N. (2014). Games in the Classroom. *Indiana Libraries*, 33(2), 61-63.
- Ministério da Educação. (2001). *Currículo nacional do ensino básico: Competências essenciais*. Disponível em http://www.cfaematosinhos.eu/NPPEB_01_CN.pdf
- Moratori, P.B. (2003). *Por que utilizar jogos educativos no processo de ensino aprendizagem?* (Trabalho de conclusão de disciplina de mestrado). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em http://www.nce.ufrj.br/GINAPE/publicacoes/trabalhos/t_2003/t_2003_patrick_barbosa_moratori.pdf
- Moura, A., & Velho, J.L. (2011). *Recursos Geológicos de Portugal*. Coimbra: Palimage.
- Moutinho, S., Torres, J., & Vasconcelos, C. (2014). Aprendizagem baseada em problemas e ensino expositivo: um estudo comparativo. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, 4(1), 15-31.
- National Research Council (NRC) (2000). *Inquiry and the national science education standards*. Washington, DC: National Academy Press. Disponível em <http://www.nap.edu/read/9596/chapter/1>
- National Research Council (NRC) (2014). *Responding to Oil Spills in the US Arctic Marine Environment*. Washington, DC: National Academies Press. Disponível em <https://www.nap.edu/read/18625/chapter/1>
- Oliveira, A., & Macedo, R. M. J. (2006). Interação e Aprendizagem. *UniLetras*, 28, 113-127.
- Raymond, L. A. (1995). *Petrology: The Study of Igneous, Sedimentary and Metamorphic Rocks*. EUA: Wm. C. Brown Communications, Inc.
- Rebotim, A. S. (2011). *Foraminíferos planctónicos como indicadores de Massas de Água a Norte e a Sul da Frente/Corrente dos Açores: Evidências de Dados de Abundância e Isótopos Estáveis* (Dissertação de mestrado). Porto: Instituto de Ciências Biomédicas

Abel Salazar. Disponível em repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/18612/2/Tese.pdf

- Ribeiro, F. (2011). Motivação e aprendizagem em contexto escolar. *Profforma*, 3(1), 1-5.
- Robertson, J. (2012). Making games in the classroom: Benefits and gender concerns. *Computers & Education*, 59(2), 385-398.
- Ruppert, E. E., Fox, R. S., & Barnes, R. D. (2004). *Invertebrate Zoology: A functional Evolutionary Approach* (7th ed.). Canada: Brooks/Cole, Cengage Learning
- Sale, J. E., Lohfeld, L. H., & Brazil, K. (2002). Revisiting the quantitative-qualitative debate: Implications for mixed-methods research. *Quality and quantity*, 36(1), 43-53.
- Santos, J. (2002). *A participação ativa e efetiva do aluno no processo ensino-aprendizagem como condição fundamental para a construção do conhecimento* (Dissertação de mestrado). Porto Alegre: Faculdade de Educação da Universidade Federal de Rio Grande do Sul. Disponível em www.lume.ufrgs.br/handle/10183/2313
- Spradley, J. P. (1980). *Participant observation*. Florida: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers
- Strong, E. E., Gargominy, O., Ponder, W. F., & Bouchet, P. (2008). Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia*, 595(1), 149-166. doi: 10.1007/s10750-007-9012-6
- Tiwary, R. K. (2001). Environmental impact of coal mining on water regime and its management. *Water, Air, and Soil Pollution*, 132, 185-199.
- Torres, J., & Vasconcelos, C. (2015). Natureza da Ciência e Modelos Científicos: Um estudo com futuros professores do ensino básico. *Interacções*, 11(39), 460-471.
- Tucker, M.E. (2001). *Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks* (3rd ed.). Reino Unido: Blackwell Science Ltd.
- Tucker, M.E., & Wright, P.V. (1990). *Carbonate Sedimentology*. Reino Unido: Blackwell Science Ltd.
- Tuckman, B.W. (2000). *Manual de Investigação em Educação: como conceber e realizar o processo de investigação em Educação*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian.


Vilela, F. M., Pennino, G. C., & Maia, M. D. C. (2005). Interação e o processo de aprendizagem compartilhado e colaborativo num fórum de discussão. In *XII Congresso Internacional de Educação a Distância, Associação Brasileira de Educação a Distância*, Florianópolis.

Whittaker, R. H. (1969). New concepts of kingdoms of organisms. *Science*, 163(3863), 150-160.

World Coal Association (2005). *The Coal Resource: A comprehensive overview of Coal*. Reino Unido: World Coal Association. Disponível em [http://www.worldcoal.org/file_validate.php?file=coal_resource_overview_of_coal_report\(03_06_2009\).pdf](http://www.worldcoal.org/file_validate.php?file=coal_resource_overview_of_coal_report(03_06_2009).pdf)

Apêndice II

- Teste (Pré e pós)

ESCOLA SECUNDÁRIA CAROLINA MICHAËLIS		 CAROLINA MICHAËLIS
Ano letivo 2015/2016		
Nome: _____	N.º: _____	Turma: _____
Data _____	Classificação _____	

Rochas sedimentares biogénicas

1. Selecciona a opção que permite obter uma afirmação correta.

Nos calcários podem ser reconhecidos três componentes principais: o grão, a matriz e o cimento. No caso particular dos calcários biogénicos, o grão consiste em _____ (bioclastos) e o cimento é, normalmente, _____.

- (A) areias finas (...) sílica
- (B) partes esqueléticas de seres vivos (...) calcite
- (C) conchas de bivalves (...) sílica
- (D) areias e conchas (...) hematite

2. Selecciona a opção que permite obter uma afirmação correta.

O carbono presente no carbonato de cálcio (CaCO_3) que precipita nas bacias marinhas tem origem no _____ enquanto o cálcio (Ca^{2+}) tem origem _____.

- (A) ácido carbónico (...) na água das chuvas
- (B) CO_2 atmosférico (...) na água das chuvas
- (C) ácido carbónico (...) marinha
- (D) CO_2 atmosférico (...) marinha

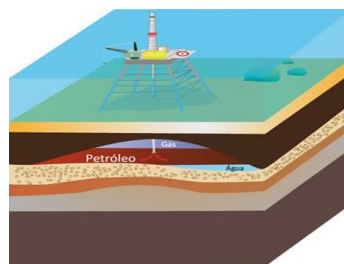
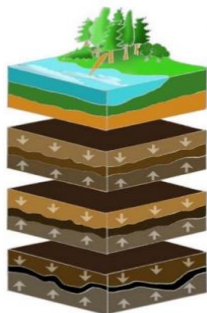


Figura 4.

3. Ordena as letras de A a E de modo a reconstituir uma possível sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com a formação de carvões.

- A. Deposição de sedimentos que cobrem a matéria vegetal.
- B. A matéria vegetal fóssil fica sujeita a condições redutoras, próximas das anaeróbias.
- C. Expulsão de elevadas quantidades de água, aumento do teor em carbono e libertação de voláteis.
- D. Acumulação, em zonas pantanosas, de matéria fóssil vegetal, formando camadas espessas.
- E. A hulha é transformada na antracite, em resultado do aumento das condições de pressão e temperatura.

4. Enumera três fatores que condicionam a formação dos carvões.

5. Classifica as seguintes afirmações, relativas à formação e exploração do carvão e petróleo, como verdadeiras (V) ou falsas (F).

- a. Uma armadilha petrolífera é, geralmente, constituída por uma rocha porosa coberta por uma rocha permeável. _____
- b. Na combustão do carvão é mobilizada energia que foi armazenada pela fotossíntese. _____
- c. Os depósitos de petróleo foram gerados pela deposição de material orgânico, nomeadamente plâncton. _____
- d. Sob condições de baixa pressão mas elevada temperatura, num processo que decorre ao longo de milhões de anos, a matéria orgânica acumulada nas bacias sofre profundas alterações até se formar o carvão mais energético, a antracite. _____
- e. O petróleo e o gás natural são geralmente encontrados no local onde se formaram. _____
- f. A exploração de carvão é feita através da mineração a céu aberto ou subterrânea o que tem graves consequências ambientais, particularmente ao nível das águas líxivais. _____
- g. Devido às consequências ambientais da queima de combustíveis fósseis, o carvão e o petróleo deixaram de ser as principais fontes energéticas a nível global, posição ocupada agora pelas energias limpas. _____

6. Enumera duas medidas de minimização do impacte da utilização dos combustíveis fósseis e duas possíveis alternativas.

7. Comenta a seguinte afirmação: “A ciência providencia verdades absolutas.”

8. Das formulações abaixo, assinala as que correspondem a mitos /visões ingénuas de ciência e do conhecimento científico.

- a. A ciência não sofre influências económicas ou políticas. _____
- b. A ciência é subjetiva. _____
- c. O conhecimento científico depende da criatividade e da imaginação dos cientistas. _____
- d. A ciência é capaz de responder a todas as questões. _____
- e. Os modelos científicos são representações fiéis da realidade. _____
- f. O conhecimento científico tem base empírica (com base e/ou derivado de observações do mundo natural). _____

FIM

Cotações								
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	Total
12	12	16	30	35	30	35	30	200

Apêndice III


- Jogo Sedimentar (inclui pormenor do tabuleiro, roleta de seleção de tema, cartas e regras)





Discute a seguinte afirmação:

"Bivalves, gastrópodes e cefalópodes (classes do Filo Mollusca) ocorrem nos calcários desde o Paleozoico inferior. São um grupo extremamente abundante, surgindo com elevada expressividade no registo fóssil/sedimentar."



Observa fósseis contidos na rocha sedimentar e sugere um possível ambiente de formação para a mesma, justificando a tua opção.



Identifica o tipo de rocha sedimentar presente na figura, descrevendo sucintamente o seu processo de formação.



Nos calcários coníferos são encontradas partes esqueléticas constituídas por dois minerais polimorfos: a calcite e a aragonite.

Discute quais as semelhanças e as diferenças existentes entre estes minerais.

Nos calcários está presente uma grande diversidade de bioclastos, nomeadamente, partes esqueléticas de variados organismos.



Morum exquisitum *Dinocardium robustum* *Tresus capax*
Morum briani *Acquiptecten muscosus* *Morum veleroseae*

Agrupa os organismos apresentados segundo o grupo taxonómico género, identifica o reino, o filo e a classe a que pertencem e, por fim, refere quantas espécies diferentes estão representadas.

$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \text{ (ácido carbónico)}$$

$$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCO}_3^- \text{ (ião bicarbonato)}$$

$$\text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{CO}_3^{2-} \text{ (ião carbonato)}$$

$$\text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow \text{CaCO}_3 \text{ (carbonato de cálcio)}$$

As reações químicas apresentadas referem-se ao processo de precipitação do carbonato de cálcio em ambiente marinho.

Através da análise das reações esquematizadas, discute qual a proveniência do carbono e do cálcio que constituem o cimento (precipitação de carbonato de cálcio) dos calcários biogénicos.

Pelo menos 5 km de extensão do rio Cubatão – São Paulo – foram afetadas pela fuga de petróleo de um terminal da Petrobras. Equipas contratadas pela empresa continuam a trabalhar na remoção e contenção do óleo que ainda permanece em alguns pontos do rio. Apesar disso, técnicos da companhia devem permanecer no local do acidente durante todo o dia para recolher informações e acompanhar os serviços:

- Temos quatro barreiras de contenção e pelo que pude observar nenhuma quantidade significativa parou nesses pontos. Mas ainda é possível notar algumas borras e aquele brilho do petróleo que fica na água. Vamos continuar a acompanhar a situação - explicou o engenheiro de uma empresa de saneamento, Pedro Paulo Chagas Marinho. Fonte: g1.globo.com

Elabora uma lista de factos com base no texto apresentado, sugerindo hipóteses para o fenómeno ocorrido e possíveis soluções para esse problema.

Factos	Hipóteses	Possíveis soluções



Elabora uma lista de factos baseada nas imagens apresentadas, sugerindo hipóteses para o fenómeno ocorrido e possíveis formas de solucionar e/ou evitar o problema.

Factos	Hipóteses	Possíveis soluções



Apesar das consequências ambientais que advém da sua exploração e utilização, o carvão e o petróleo, tal como o gás natural, são ainda as principais fontes energéticas a nível global dada a sua importância para a manutenção dos padrões de vida das sociedades modernas.

Enumera duas medidas de minimização do impacto da utilização dos combustíveis fósseis e duas possíveis alternativas.

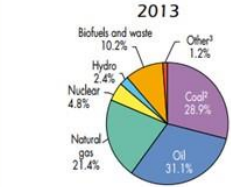


As águas de lixiviação das minas de carvão, que podem ser mais ou menos ácidas dependendo do conteúdo em pirite dos carvões, degradam a qualidade da água da região, aumentando também o seu conteúdo em metais pesados.

Avalia o impacto para a saúde pública da mineração do carvão.



Enumera alguns impactos ambientais da queima de combustíveis fósseis (carvão e petróleo).



2013

Fonte: International Energy Agency (dados de 2013)


Apesar de serem conhecidos os impactos ambientais que advêm da utilização de combustíveis fósseis, estes continuam a ser as principais fontes de energia a nível mundial.

Explica e enumera algumas das vantagens da utilização deste tipo de fonte de energia.



Lignite Hulha Antracite

Relaciona os três tipos de carvão apresentados com as respetivas condições de formação.



Observa a figura. Enumera e descreve sucintamente os processos que ocorreram em a, b, c e d.

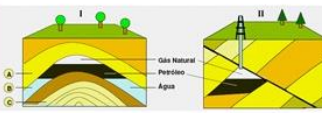


Das reservas mundiais de carvão, apenas cerca de 1% correspondem a antracite.

Explica o motivo pelo qual estas reservas são mais raras do que as reservas de outros tipos de carvão.

	Carbono (%)	Hidrogénio (%)	Oxigénio (%)
Madeira	49,65	6,23	43,20
Turfa	55,44	6,28	36,56
Lignite	72,95	5,24	20,50
Hulha	84,24	5,55	8,69
Antracite	93,50	2,81	2,72

Analisa os dados da tabela e enumera as alterações verificadas no material de origem vegetal durante o processo de incarbonização.



Relaciona a presença de estruturas geológicas com a presença de acumulações consideráveis de petróleo num determinado local.

“O material que origina o petróleo é constituído, principalmente, por plâncton.”

Discute a veracidade da afirmação e relaciona-a com o ambiente de formação do petróleo.

Existem duas hipóteses que explicam o processo de formação do petróleo, ainda que a primeira seja aquela que reúne o consenso da comunidade científica.

Hipótese biogénica – o petróleo formou-se há milhões de anos através da deposição de matéria orgânica em bacias marinhas (maioritariamente plâncton) que depois foi coberta por sedimentos. Esta matéria orgânica, em ambiente anaeróbio, é transformada em hidrocarbonetos.

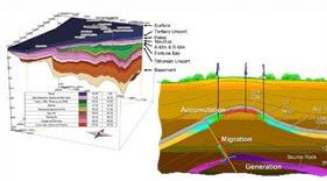
Hipótese abiogénica – depósitos profundos de hidrocarbonetos (aprisionados durante a formação do planeta) migram do manto para a crosta. A presença de moléculas biológicas está relacionada com a contaminação por microrganismos durante o processo de migração.

Sugere uma explicação para o facto da análise de evidências semelhantes ter levado à criação de duas hipóteses tão distintas.

A extração de carvão era uma prática pouco comum até ao século XVII, apesar de existirem indícios de que a sua exploração terá começado na China, por volta do ano 3000 a.c.

Com a Revolução Industrial e a criação da máquina a vapor, no séc. XVIII, houve um crescimento exponencial da sua exploração. A grande procura levou a que as técnicas rudimentares de extração se tornassem insuficientes e, por isso, foram-se investigando e desenvolvendo novas formas de extração de carvão, resultando numa era de inovação na área de extração mineira.

Discute os fatores evidenciados no texto que condicionaram/influenciaram o avanço científico.



As imagens representam dois modelos computacionais de armadilhas petrolíferas. Apesar de ambos representarem o mesmo conceito, os modelos são distintos.

Enumera alguns fatores que permitam justificar o facto de diferentes investigadores poderem desenvolver diferentes modelos para explicar um mesmo conceito/fenómeno/processo.



Através das partes esqueléticas encontradas nos calcários biogénicos é, muitas vezes, possível identificar os organismos que habitavam o local onde se formou o calcário. A nomenclatura das espécies tem por base um sistema de classificação.

Inicialmente, os seres vivos foram divididos em dois grandes reinos: Animal e Vegetal. Mais tarde, com o desenvolvimento do microscópio, surgiu o reino Protista. Posteriormente, apareceu um outro sistema de classificação agrupando os organismos em quatro reinos: Monera, Protista, Plantae e Animalia. Em 1969, foi ainda proposto por Whittaker um sistema de cinco reinos: um reino procarionótico, Monera, e outros quatro reinos eucarionóticos - Protista, Plantae, Animalia e Fungi.

Fonte: http://biologia.fcc.ssp.br/bio/2a/postlab/02_a_postlab_2_00_01.pdf

Que característica(s) do conhecimento científico é/são evidenciada(s) pelo texto?



O Brasil tem sido uma referência mundial em pesquisas no setor petrolífero, o que garantiu a auto-suficiência do país na produção de petróleo. O sucesso na exploração em águas profundas do mar, responsável pelo aumento na produção, deve-se aos esforços das parcerias adotadas por empresas petrolíferas com centros de pesquisa e universidades. A relevância do petróleo no sistema económico mundial justifica a grande quantidade de inovações no setor petrolífero e a necessidade de proteção do conhecimento desenvolvido, como chave para a competitividade.


Fonte: <file:///C:/Users/Utilizador/Downloads/2104-5067-7-PB.pdf>

Comenta o texto, evidenciando os fatores que, na tua opinião, mais influenciam, na atualidade, o desenvolvimento científico.


1. Existe um método científico geral e universal.
2. A ciência e os seus métodos providenciam-nos provas irrefutáveis.
3. A ciência é objetiva.

Comenta as afirmações apresentadas, referindo o teu grau de concordância com as mesmas, justificando convenientemente a resposta.


Regras do Jogo




Carvão e Petróleo



Calcários Biogénicos



Exploração de Recursos



Conhecimento científico

Cientistas por um dia!

Neste jogo pretende-se que os jogadores encarnem o papel de jovens cientistas. Cada desafio lançado pretende mimetizar alguns obstáculos ou algumas das etapas vividas pelos cientistas quando desenvolvem uma investigação. Alguns desafios implicam a análise de dados, outros implicam a criação de hipóteses ou mesmo a discussão de determinados resultados. Tu e os teus colegas serão cientistas por um dia!

O jogo é constituído por um tabuleiro, 24 cartas e uma roleta que permite selecionar o tema.

Para começar, formar 4 equipas de 2-3 jogadores.

- As equipas jogam em simultâneo por isso não há necessidade de determinar os primeiros a jogar.
- Cada equipa, à vez, seleciona com a roleta o tema de onde deverá retirar uma carta. As cartas devem permanecer voltadas para baixo até todas as equipas terem selecionado o tema.
- Após todas as equipas retirarem uma carta correspondente ao tema selecionado, viram-se as cartas para cima.
- Cada equipa tem 4 minutos para resolver o seu desafio. Durante o desafio devem discutir com os pares (colegas de equipa) a resolução do desafio e tentar chegar a uma resposta. Lembrem-se que os cientistas têm muitas vezes de argumentar os seus pontos de vista mas devem sempre respeitar as opiniões dos seus pares!
- Quando os 4 minutos terminarem, cada equipa deverá apresentar aos restantes jogadores as suas conclusões. Estes jogadores são a "Comunidade Científica" e deverão avaliar a resolução do desafio e verificar se concordam ou não com a mesma.
- Cada equipa terá 2 minutos para apresentar à "Comunidade Científica" o seu desafio e a sua resolução e argumentar com os membros da comunidade científica ou esclarecer possíveis dúvidas. Se a "Comunidade Científica", isto é, os restantes jogadores das outras equipas, concordarem com a resolução do desafio, a equipa em questão receberá 3 pontos. Se, por outro lado, nenhuma das outras equipas concordar com a resolução, nenhum ponto será atribuído. Caso a "Comunidade Científica" não consiga chegar a um consenso (uns jogadores concordam com a resolução apresentada mas outros não) ou se se considerar que a resolução poderia estar mais completa, então será atribuído 1 ponto à equipa em questão.
- Após todas as equipas terem apresentado a resolução do seu desafio, inicia-se uma nova ronda, utilizando novamente a roleta para selecionar os novos temas.

! A primeira equipa a alcançar 10 pontos, **ganha**. Se várias equipas alcançarem os 10 pontos numa mesma ronda, será escolhido um dos desafios como critério de **desempate**. A equipa que apresentar a resposta mais completa, vence.

Apêndice IV

- Caracterização das questões contidas nos cartões de jogo (pela ordem apresentada no Apêndice III)

Questão	Conhecimento	Objetivos
Q1.	Substantivo; Processual;	- Identificar os componentes biogénicos de uma dada rocha sedimentar; - Compreender que a fossilização de seres vivos é facilitada pela existência de partes esqueléticas que não se degradam; - Argumentar opiniões cientificamente suportadas, aceitando diferentes perspetivas.
Q2.	Substantivo; Processual;	- Identificar os componentes biogénicos de uma dada rocha sedimentar; - Problematizar e formular hipóteses; - Identificar os processos que estão na base da formação de rochas sedimentares biogénicas;
Q3.	Substantivo; Processual;	- Identificar os processos que estão na base da formação de rochas sedimentares biogénicas; - Descrever sucintamente o processo de formação de calcários conquíferos;
Q4.	Substantivo; Processual;	- Reconhecer a calcite e a aragonite como minerais polimorfos; - Compreender que minerais polimorfos apresentam a mesma composição química mas estruturas cristalinas distintas; - Argumentar opiniões cientificamente suportadas, aceitando diferentes perspetivas.
Q5.	Substantivo; Processual;	- Conhecer as regras da nomenclatura binomial; - Agrupar diferentes espécies segundo o seu género; - Estabelecer relações taxonómicas entre diferentes espécies, com base no seu nome científico;
Q6.	Processual;	- Compreender o processo de precipitação de carbonato de cálcio em meio marinho; - Inferir a origem atmosférica do carbono presente no precipitado e a origem marinha do cálcio presente no precipitado;
Q7.	Processual;	- Criar hipóteses cientificamente sustentadas para situações problema do quotidiano; - Reconhecer impactes ambientais resultantes da exploração e utilização do petróleo; - Conhecer medidas de minimização dos impactes ambientais da exploração do petróleo;
Q8.	Processual;	- Formular hipóteses cientificamente sustentadas para situações problema do quotidiano; - Reconhecer impactes ambientais resultantes da exploração e utilização do petróleo; - Conhecer medidas de minimização dos impactes ambientais da exploração do petróleo;
Q9.	Processual;	- Conhecer medidas de minimização dos impactes ambientais da exploração do petróleo e do carvão; - Conhecer energias alternativas à utilização dos combustíveis fósseis;
Q10.	Processual;	- Conhecer impactes ao nível do ambiente e da saúde pública provocados pela exploração mineira do carvão; - Discutir possíveis consequências da exploração mineira para a saúde pública;
Q11.	Substantivo; Processual;	- Enumerar impactes ambientais resultantes da exploração e/ou utilização de combustíveis fósseis;

Q12.	Substantivo;	- Conhecer energias alternativas à utilização de combustíveis fósseis; - Enumerar vantagens da utilização das energias consideradas “limpas”;
Q13.	Substantivo; Processual;	- Compreender o processo de formação de carvão; - Distinguir os diferentes carvões quanto ao seu teor em carbono, água e oxigénio; - Reconhecer diferentes potenciais energéticos aos diversos carvões;
Q14.	Substantivo;	- Descrever o processo geológico que leva à formação de petróleo;
Q15.	Substantivo; Processual;	- Compreender o processo de formação de carvão; - Conhecer as condições de formação da antracite; - Reconhecer a antracite como o carvão mais raro devido à especificidade das condições inerentes à sua formação;
Q16.	Processual;	- Saber em que consiste o processo de incarbonização; - Interpretar dados contidos em tabelas de dupla entrada e aplica-los ao contexto da situação-problema;
Q17.	Processual;	- Reconhecer que as estruturas geológicas condicionam a formação de armadilhas petrolíferas; - Reconhecer as armadilhas petrolíferas como essenciais à acumulação do petróleo, viabilizando a sua exploração;
Q18.	Substantivo; Processual;	- Associar a deposição de grandes quantidades de plâncton em bacias marinhas com a formação do petróleo;
Q19.	Epistemológico;	- Percecionar as descobertas no campo da geologia como um produto da atividade humana que reflete o contexto social, económico e histórico em que ocorre; - Mobilizar conhecimentos que permitam inferir o carácter provisório e mutável do conhecimento científico; - Inferir a influência da criatividade e da imaginação no conhecimento científico;
Q20.	Epistemológico;	- Compreender que o avanço da ciência está intimamente relacionado com o avanço tecnológico; - Reconhecer que a ciência está condicionada pelo investimento financeiro e tecnológico;
Q21.	Epistemológico;	- Compreender que a ciência apresenta grande subjetividade; - Compreender que o conhecimento científico está socialmente e culturalmente incorporado; - Compreender que a ciência necessita de imaginação e criatividade na sua construção;
Q22.	Epistemológico;	- Compreender que o conhecimento científico é provisório; - - Compreender que o avanço da ciência está intimamente relacionado com o avanço tecnológico;
Q23.	Epistemológico;	Compreender que o avanço da ciência está intimamente relacionado com o avanço tecnológico; - Reconhecer que a ciência está, por vezes, dependente do investimento financeiro das empresas e do próprio Estado;
Q24.	Epistemológico;	- Discutir e argumentar algumas das características do conhecimento científico;