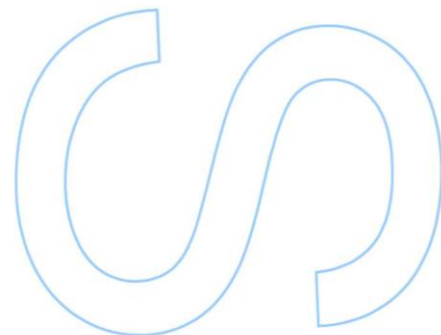
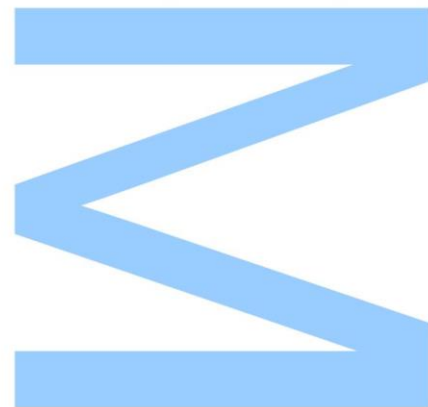


O Trabalho Prático no Ensino da Biologia e da Geologia: Trabalho Laboratorial no ensino da Célula e Recursos Multimédia no ensino das Rochas Magmáticas e Magmatismo



Ana Sofia Ferreira Martins

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

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

2014

Orientador Científico de Biologia

Prof. Fernando Tavares, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da UP

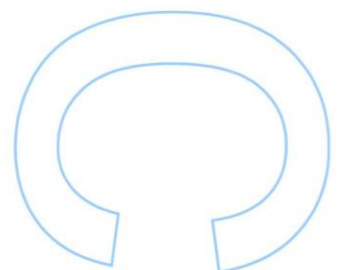
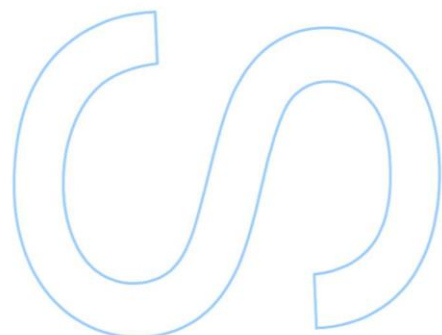
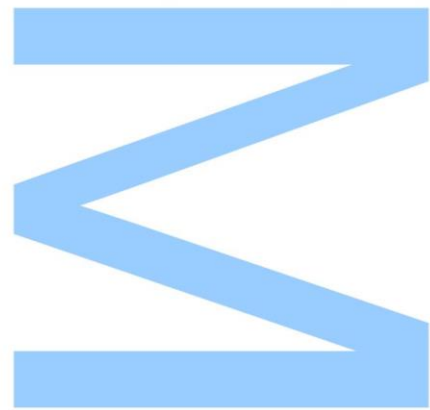
Orientador Científico de Geologia

Prof. João Manuel Coelho, Professor Associado, Faculdade de Ciências da UP



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

Porto, ____ / ____ / ____



Agradecimentos

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que tudo isto fosse possível o meu muito obrigada.

Ao Professor Fernando Tavares, Orientador Científico na Área da Biologia, o meu muito obrigada, por ter acompanhado com dedicação e profissionalismo o meu trabalho, por tudo o que me ensinou e pela incansável atenção. Obrigada por ter tornado este Projeto possível e por me ter acompanhado no meu desenvolvimento enquanto futura Professora.

Ao Professor João Coelho, Orientador Científico na Área da Geologia, agradeço toda a atenção dedicada ao Projeto desenvolvido e ao meu desempenho profissional. Grata pelas indicações e pelas reflexões que me permitiram evoluir.

À Professora Armandina Esteves, por tudo! Tudo mesmo. Pelo apoio, pelo convívio, pela integração, pelos conselhos, pelo ombro amigo e por muito mais... e acima de tudo o meu muito obrigado por me ter mostrado o que é ser Profissional com paixão e ser Docente.

À Maria João Fonseca pelo incansável apoio, por toda a ajuda que me deu e pela enorme disponibilidade e dedicação. O meu muito obrigada por todos os conselhos e por tudo o que me ensinas-te.

À Elvira Fernandes porque o prometido é devido e não falhou: apoio mútuo.

À Cristina Dias pela disponibilidade e importante contributo para que isto fosse possível.

À Teacher Sandra. Obrigada pelo apoio e pela partilha de experiências. Obrigada por ceder as horas livres "to check some stuff".

Aos meus amigos e à minha família pela força e por me conhecerem bem. À Lena e à Paula.

Aos meus alunos, sim aos Meus Alunos de estágio, que mesmo sem saber me ajudaram.

E a vocês. Sim a vocês meus pais. Obrigada pela força, pelos telefonemas, pelas montanhas altas, pelas andorinhas, pelos conselhos...por serem quem são e porque sem pilares a casa nunca chegaria ao telhado. Vocês sabem...

Nota prévia

O presente trabalho corresponde ao Relatório de Estágio da Iniciação à Prática Profissional (IPP), referindo-se a um trabalho de investigação educacional desenvolvido no âmbito do mestrado em ensino da Biologia e da Geologia no 3º ciclo do Ensino Básico e no Ensino Secundário. A investigação desenvolvida decorreu de acordo com os procedimentos delineados na unidade curricular de Projeto.

Esta redação refere-se a dois miniprojectos desenvolvidos e operacionalizados na Prática de Ensino Supervisionada (PES) da Iniciação à Prática Profissional (IPP), um para cada área disciplinar.

Assim, na medida em que a investigação realizada engloba duas temáticas de estudo distintas, referentes às áreas da Biologia e da Geologia, procedeu-se à estruturação deste documento em secções independentes para cada uma das temáticas no que se refere ao enquadramento científico, ao enquadramento metodológico da investigação educacional desenvolvida nos dois temas, assim como dos resultados obtidos através da aplicação em sala de aula dos projetos.

O estudo referente à área disciplinar da Biologia incidiu sobre a influência do Trabalho Prático Laboratorial no Processo de Aprendizagem, em particular recorrendo à Microscopia Ótica e estudando a Célula Bacteriana. No que se refere à investigação realizada na área disciplinar da Geologia, esta incidiu sobre o uso de recursos multimédia para abordar as Rochas Magmáticas e o Magmatismo, de uma forma direccionada com vista a colmatar áreas identificadas como de subaproveitamento dentro desta temática.

Este trabalho encontra-se dividido em 6 secções: 1) Introdução; 2) Metodologias de Investigação; 3) Resultados, Análise e Interpretação; 4) Considerações finais; 5) Referências Bibliográficas; e 6) Anexos e Apêndices.

Resumo

Este estudo, desenvolvido durante a Prática de Ensino Supervisionada (PES) da Iniciação à Prática Profissional (IPP), abrangeu duas áreas científicas distintas, Biologia e Geologia, mas cuja ação didático-pedagógica exercida teve como fundamento teórico comum o trabalho prático.

No ensino da componente de Biologia, abordou-se a influência do trabalho laboratorial no estudo da célula, nomeadamente da célula bacteriana, tendo os alunos realizado atividades laboratoriais com vista ao desenvolvimento de várias competências e da sua literacia científica. Concluiu-se que o trabalho laboratorial é uma estratégia de ensino e aprendizagem perante a qual os alunos se sentem motivados, potenciando a sua aprendizagem. Os resultados obtidos revelaram um aumento do conhecimento e capacidade de raciocínio científico nos alunos do grupo experimental, o que não se verificou nos alunos do grupo controlo, não sujeitos à atividade. Os alunos do grupo experimental, desenvolveram capacidades procedimentais e sentido crítico, como revelado pela confiança em manifestar a opinião perante uma determinada questão ou desafio. No que se refere à abordagem deste estudo balizada pela área disciplinar da Geologia, o estudo incidiu sobre a identificação de áreas de subaproveitamento no que se relaciona com o estudo dos fenómenos de magmatismo e das rochas magmáticas, na tentativa da sua colmatação passando a ação operacionalizada pela construção e aplicação de recursos multimédia durante a abordagem ao tema na prática letiva.

O trabalho prático, para além de apresentar uma influência positiva na aprendizagem dos alunos, permite aos docentes dinamizar as práticas letivas. Neste sentido, foram potenciadas duas vertentes distintas do trabalho prático – laboratorial e com recursos multimédia - permitindo um enriquecedor desenvolvimento na área da docência, atendendo a necessidade de operacionalizar estratégias e utilizar recursos úteis na prática profissional futura. Esta abordagem possibilitou ainda o contacto com ambientes de ensino e aprendizagem que solicitaram competências específicas ao docente, nomeadamente capacidade de organização, gestão e avaliação de práticas letivas, o que lhe permitiu evoluir como profissional.

Palavras-chave

Áreas de subaproveitamento; Célula; Desenvolvimento; Docência; Laboratório; Magmatismo; Multimédia; Trabalho prático.

Abstract

This study, conducted during the Supervised Teaching Practice (PES) of the Introduction to Professional Practice (IPP), involved two distinct scientific areas, Biology and Geology, sharing a common didactic theoretical foundation: the practical work.

Concerning the biology component, this study addressed the influence of laboratory work to learn about the cell, including the bacterial cell, for which the students have performed laboratory activities to develop their conceptual and procedural skills. The results showed that laboratory work is an efficient strategy for teaching and learning in relation to which the students feel motivated, and increased their knowledge and scientific reasoning skill, traits that were not observed with the students belonging to the control group, i.e. who did not carry out the laboratorial activities. In addition, the students of the experimental group improved their procedural skills and critical thinking, as revealed by the confidence in expressing their opinion about a particular issue or challenge. On what concerns the discipline of Geology, this study aimed on identifying areas of underperformance. These areas were searched in students' understanding about the magmatic phenomenon and the igneous rocks. The goal was trying to improve their knowledge in that area by constructing and applying multimedia resources during the approach to the topic being taught.

The practical work, beyond its positive influence in students learning, has a strong motivational component and boosts teaching practices. Potentiated in this study was the implementation of two distinct aspects of practical work - laboratory features and multimedia resources – coming out as an enriching development in teaching practice. In fact, this work contributed to operationalize strategies and resources helpful in future professional practice, in addition to promoting the contact with learning environments associated with particular dynamics where specific teaching skills were needed, as organization, management and assessment skills, further promoting the development of the future teacher.

Key-words

Cell; Development; Laboratory; Magmatism; Multimedia; Practical work; Teaching; Underperformance' areas.

Índice

Agradecimentos	I
Nota prévia	II
Resumo	III
Abstract	IV
Índice de Tabelas	VII
Capítulo 1: Introdução	1
1.1. Contextualização Didática	2
1.1.1. Trabalho Laboratorial no estudo da Célula Bacteriana	3
1.1.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas	4
1.2. Enquadramento Científico	5
1.2.1. A Estrutura da Célula	5
1.2.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas	9
1.3. Problemas de Investigação	14
1.4. Objetivos de Investigação	14
1.5. Contributo Didático do Estudo	14
Capítulo 2: Metodologias de Investigação	15
2.1. Classificação da Investigação	15
2.1.1. Design Quase-Experimental no Estudo da Célula Bacteriana	16
2.1.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas	17
2.2. Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados	17
2.2.1. Estudo da Célula Bacteriana	18
2.2.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas	20
2.3. Técnicas de Análise de Dados	20
2.3.1. Combinação de métodos no Estudo da Célula Bacteriana	20
2.3.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas	23
2.4. A Amostra: Caracterização	24
2.4.1. Características da Amostra para o Estudo da Célula Bacteriana	24
2.4.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas	25
2.5. Procedimento	25
2.5.1. Estudo da Célula Bacteriana	25
2.5.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas	26
Capítulo 3: Resultados, Análise e Interpretação	26
3.1. Estudo da Célula Bacteriana	26
3.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas	36
3.2.1. Resultados da avaliação diagnóstica	37

3.2.2. Resultados da fase de aplicação	38
3.2.3. Resultados da avaliação formativa	42
3.2.4. Cumprimento dos objetivos propostos.....	44
Capítulo 4: Considerações Finais.....	45
4.1. Limitações do Estudo	45
4.2. Implicações para a docência	45
4.3. Sugestões para investigações futuras	46
Capítulo 5: Referências Bibliográficas.....	48
Capítulo 6: Anexos e Apêndices.....	52

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Resultados obtidos pela análise de conteúdo dos registos realizados durante entrevista a discentes do 12ºano de escolaridade, em que n=24 (n = nº de alunos respondentes).....	37
Tabela 2 - Resultados obtidos pela análise de conteúdo dos registos realizados durante entrevista a docentes do grupo 520 - Biologia e Geologia.	37
Tabela 3 - Resultados obtidos pela análise de conteúdo das respostas dadas ao primeiro questionário digital disponibilizado, em que n=24 (n = nº total de elementos da amostra em estudo).....	39
Tabela 4 -Resultados obtidos pela análise de conteúdo das respostas dadas ao segundo questionário digital disponibilizado, em que n=24 (n = nº total de elementos da amostra em estudo).....	40
Tabela 5 -Resultados obtidos pela análise de conteúdo dos registos obtidos por inquérito por questionário durante e a discentes do 11ºano de escolaridade, em que n=24 (n = nº de alunos respondentes; fa = frequência absoluta; fr = frequência relativa).	42

Capítulo 1: Introdução

“Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender.”

(Paulo Freire)

A investigação educacional realizada e descrita neste trabalho, correspondente a dois estudos em áreas científicas distintas, um na área da Biologia e outro na área da Geologia, apresenta uma contextualização didática comum: o Trabalho Prático. O trabalho prático pode ser concretizado de diferentes formas: implicando a utilização de materiais de laboratório - trabalho laboratorial; decorrendo em ambiente natural, geralmente ao ar livre - trabalho de campo; configurando-se como uma atividade de resolução de problemas, utilizando, por exemplo, simulações informáticas (Leite, 2000).

Assim, no estudo a que este relatório se refere foram abordadas duas atividades de carácter prático, uma no âmbito do trabalho laboratorial no ensino da Biologia e outro no âmbito do recurso a ferramentas informáticas no ensino da Geologia.

No âmbito da Biologia, a intervenção didático-pedagógica efetuou-se através da realização de uma atividade laboratorial na qual os alunos puderam proceder à observação de preparações ao Microscópio Ótico Composto (MOC) para estudar a estrutura da célula, nomeadamente bacteriana. Esta intervenção teve por objetivo o reconhecimento por parte dos discentes de diversos constituintes celulares, alguns dos quais especificamente presentes em células procarióticas. Para além da observação de preparações definitivas, os alunos tiveram também um papel ativo na preparação das mesmas, aplicando técnicas de coloração ao material biológico, para posterior observação ao MOC. Adicionalmente ao objetivo principal, a intervenção pedagógica relativa a este estudo visou, o esclarecimento de concepções alternativas, a familiarização com o microscópio ótico composto e com técnicas de microscopia ótica, e o desenvolvimento da capacidade de observação, nomeadamente a observação crítica confrontando o observado com a interpretação de imagens e esquemas de células. Curricularmente este estudo enquadra-se no Programa Curricular de 10^o ou 11^o ano, no Módulo Inicial – Diversidade na Biosfera: 2. A célula; 2.1 Unidade estrutural e funcional; 2.2 Constituintes básicos (Ministério da Educação, 2001). No que se refere ao objetivo de investigação, este estudo pretendeu averiguar o efeito do trabalho prático laboratorial no processo de aprendizagem, nomeadamente no que se refere ao estudo da célula bacteriana recorrendo a técnicas de microscopia ótica. Tendo em conta as numerosas referências sobre as vantagens associadas ao trabalho prático, o presente estudo permitiu perceber a forma como o trabalho laboratorial pode influenciar a aprendizagem dos alunos, no que se refere à célula bacteriana.

No âmbito da componente de Geologia, o recurso a fontes informáticas para abordagem ao tema “Magmatismo e Rochas Magmáticas”, no que se refere ao seu propósito didático-educacional pretendeu colmatar áreas diagnosticadas como de subaproveitamento através da construção de instrumentos digitais, especificamente elaborados com este objetivo. O facto de estes recursos serem elaborados de uma forma direcionada, confere-lhes uma especificidade crucial que se adequa ao seu propósito, ou seja, se o objetivo do seu uso é tentar ultrapassar algumas conceções alternativas que se sabe à partida serem geradas nesta temática, e que impossibilitam o entendimento correto dos fenómenos, então estes instrumentos foram construídos insistindo de uma forma mais eficaz nestas mesmas áreas, sendo que para isso se recorreu a imagens, textos, vídeos e esquemas, tentando tornar mais visual e intuitiva a abordagem dos fenómenos, principalmente aqueles que não têm visualização simples quer em termos espaciais quer em termos temporais. Será do interesse dos alunos, e para futuro recurso da escola, a elaboração destes meios virtuais para abordar os conteúdos propostos pelo programa curricular em vigor. Este estudo torna-se pertinente dado que se enquadra programaticamente no currículo em vigor em Portugal para o 11ºano de escolaridade no tema Tema IV, denominado: Geologia, problemas e materiais do quotidiano: 2.2 Magmatismo. Rochas magmáticas (Silva, Amador, Baptista, & Valente, 2003).

Em termos investigacionais, a partir destas ferramentas digitais e dos dados obtidos referentes às dinâmicas de utilização destas pelos alunos, pretende-se averiguar a eventual influência das características grupais no desempenho dos alunos, ou seja, pretende-se analisar o desempenho dos alunos face às áreas assinaladas como de subaproveitamento, após a abordagem das mesmas complementada pelo uso dos recursos digitais. Tendo em conta a revisão de literatura efetuada, e tendo em vista as potencialidades associadas ao uso de recursos multimédia em sala de aula, nomeadamente na colmatação de áreas de subaproveitamento, serve o presente estudo para desenvolver recursos multimédia para a abordagem de áreas de subaproveitamento no tema referente às Rochas Magmáticas e ao Magmatismo.

1.1. Contextualização Didática

A importância do Trabalho Prático na Educação em Ciência reside no facto deste tipo de abordagem ser utilizado como um instrumento pedagógico e didático orientado, proporcionando oportunidades para que os alunos desenvolvam competências procedimentais e atitudinais, permitindo simultaneamente a construção e o aprofundamento de saberes de natureza conceptual. Este método implica que os alunos

se envolvam cognitivamente e afetivamente no processo de aprendizagem (Mendes & Rebelo, 2011).

O trabalho prático inclui todas as atividades em que o aluno esteja ativamente envolvido, potenciando o alcance de objetivos relacionados com a sua motivação; a construção de conhecimento conceptual e procedimental; e o desenvolvimento de atitudes científicas, as quais incluem, rigor, persistência, raciocínio crítico, pensamento divergente, criatividade, entre outras (Hodson, 1994).

Importa referir que as práticas letivas devem promover, tanto quanto possível, o trabalho colaborativo e as actividades nas quais o aluno é o centro do processo de aprendizagem. Neste último caso, as estratégias mobilizadas devem ter em conta o seu desenvolvimento cultural, afetivo e psicomotor (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002).

1.1.1. Trabalho Laboratorial no estudo da Célula Bacteriana

Particularizando o enquadramento didático geral anterior (1.1.), neste estudo abordou-se uma das componentes do trabalho prático: o trabalho laboratorial. Este tipo de abordagem inclui atividades que requerem a utilização de materiais de laboratório, mais ou menos convencionais, e que podem ser realizadas num laboratório ou mesmo em sala de aula, desde que não sejam necessárias condições especiais, nomeadamente de segurança, para a realização das mesmas (Leite, 2000).

Segundo Hodson (1994), o trabalho prático laboratorial permite a aprendizagem da ciência, da natureza da ciência e da metodologia científica, ao mesmo tempo que motiva os alunos e conduz a aprendizagens de conhecimento conceptual, de técnicas laboratoriais e da metodologia científica, levando a uma aquisição de capacidades e desenvolvimento de atitudes científicas.

Também nos programas curriculares, sempre que se justifique, está previsto o recurso ao trabalho prático, nomeadamente laboratorial. De facto, no Programa Curricular de 10º ou 11º ano, no Módulo Inicial – Diversidade na Biosfera: 2. A célula; 2.1 Unidade estrutural e funcional; 2.2 Constituintes básicos (Ministério da Educação, 2001), em vigor à data em Portugal, menciona-se a realização de trabalho prático, nomeadamente de observação de células ao Microscópio Ótico Composto (MOC), e posterior interpretação de imagens e esquemas de células vista ao MOC. Na secção das sugestões metodológicas, referente a esta unidade, prevê-se que esta estratégia promova a comparação das estruturas celulares identificadas em diferentes materiais biológicos, servindo de ponto de partida para ajudar os alunos a compreenderem que a unidade biológica das células se revela também a nível molecular (Ministério da Educação, 2001).

1.1.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas

Particularizando o enquadramento didático geral (1.1.) relativo ao trabalho prático, neste estudo abordou-se uma das componentes deste, recorrendo-se ao uso de sistemas informáticos.

Com os sistemas informáticos disponíveis, os professores podem desenvolver com e para os alunos atividades que favoreçam a aquisição de conhecimentos disciplinares significativos, colmatando áreas que se identificam de menor aproveitamento e nas quais a aprendizagem não ocorreu de forma tão efetiva como seria de esperar, muitas das vezes gerando-se concepções alternativas, tendo sido este termo foi proposto por Ausubel (1963), na Teoria da Aprendizagem Significativa. Numa definição literal estas referem-se a ideias que os alunos possuem e que são incompatíveis com ideias cientificamente aceites (Taber, 2012). Estas surgem quando as explicações aceites como cientificamente adequadas, num dado momento, para um dado fenómeno, com sua racionalidade característica e generalização, são díspares face às explicações informais dadas pelos alunos, daí ser alternativa, à concepção científica. As concepções alternativas apresentam-se mal articuladas cognitivamente e altamente dependentes do contexto (Andre & Windschitl, 1998).

De facto a crescente disponibilidade de tecnologias, nomeadamente computadores nas salas de aula, levou a que fossem realizados mais estudos sobre a sua influência nos processos de desenvolvimento e mudança conceptual, tendo-se obtido resultados positivos, ou seja, de facto o uso das tecnologia em sala de aula pode oferecer um ambiente cognitivo adequado, criando condições para a resolução de concepções alternativas (Andre & Windschitl, 1998).

Uma aprendizagem de carácter reconstrutivo reflete-se numa aprendizagem em que os alunos constroem os novos conhecimentos com base nas estruturas e representações já adquiridas sobre os fenómenos em estudo e que devem estar cognitiva e afetivamente envolvidos no processamento da nova informação (Miranda, 2007). Os recursos multimédia, nomeadamente os que se desenvolvem com estabelecimento de ligação à Internet, podem facilitar a aprendizagem colaborativa, se o Professor criar atividades em que os alunos tenham possibilidade de cooperação e participar em tarefas comuns.

Um ponto-chave no uso destes recursos interativos, e subjacente a este estudo, é o uso destes em contexto de aprendizagem mas reconhecendo que foram idealizados e construídos de uma forma direcionada, pela identificação prévia das áreas a incidir, dentro da temática, com maior precisão. O uso de tecnologias informáticas em sala de

aula para além de constituir uma alternativa aos testes de papel e lápis tradicionais, permitem tornar possíveis atividades que podem imitar a vida real, como em jogos de simulação (Becker, 2000); ou descreve-la de uma forma mais aproximada do real, característica fundamental na Geologia dada a impossibilidade espacial e temporal de observar determinados fenómenos.

Quando se introduzem as tecnologias no ensino é de facto a aprendizagem e o melhoramento de desempenhos que se pretende principalmente alcançar. O contributo que o uso das tecnologias nas práticas educativas revela-se num aumento da literacia tecnológica dos estudantes e docentes, da motivação que geram, assim como o maior interesse dos estudantes pelas disciplinas que usam recursos tecnológicos de um modo inovador e criativo. Importa atender-se a que as tecnologias devem ser integradas, e não só acrescentadas, às atividades curriculares (Miranda, 2007). Segundo estudos realizados parece reconhecer-se que é possível conceber, desenvolver e utilizar ferramentas virtuais de aprendizagem no ensino secundário, sobretudo em disciplinas onde existe muito insucesso (Miranda, 2007).

1.2. Enquadramento Científico

1.2.1. A Estrutura da Célula

Até finais do século XVII a existência da unidade básica da Vida era desconhecida. Só em 1655, devido aos trabalhos realizados por Robert Hooke, se reconheceu a sua existência. Hooke construiu um microscópio primitivo com o qual observou uma amostra de cortiça, detetando um arranjo de retângulos de uma forma ordenada, estruturas às quais deu o nome de células (“cells”). Aproximadamente dois anos mais tarde, Antonie van Leuwenhook observou fibras de tecidos com um microscópio por ele construído, tendo constatado e descrito a existência de células vivas. Seguiu-se Marcello Malpighi que descreveu pequenas cavidades que formariam os órgãos vegetais, na sua obra “Anatomia das plantas”. Duzentos anos depois, Mathias Scheiden e Theodor Schwann propõem que a célula é a unidade fundamental comum a todas as plantas e todos os animais e organismos unicelulares (Lodish, et al., 2013).

Desta informação podemos concluir que a descoberta e o estudo da célula, dos seus componentes e a microscopia tiveram uma evolução paralela, ou seja, o melhoramento de técnicas de microscopia tem permitido conhecer mais sobre a célula, mas também promovido avanços tecnológicos com o objetivo de melhorar as suas próprias componentes técnicas e instrumentais. Neste contexto, tornam-se pertinentes breves considerações sobre os progressos da microscopia, nomeadamente ótica e eletrónica, e de como estas contribuíram para esclarecer a estrutura da célula.

O termo microscopia refere-se a um domínio técnico do uso de microscópios para observar objetos que não sejam visíveis a olho nu. Desde o surgimento dos primeiros microscópios no século XVII, resultantes dos trabalhos de Hooke, até aos dias de hoje, várias são as técnicas e instrumentos disponíveis. Em breve síntese, os principais tipos de microscopia hoje conhecidos enquadram-se no campo da microscopia ótica e da microscopia eletrónica. Os instrumentos de microscopia ótica são por exemplo o microscópio ótico composto, que utiliza luz visível e um sistema de lentes para produzir uma imagem ampliada de um objeto. Já o microscópio de contraste de fase, usado na observação de tecidos não corados ou de células vivas, utiliza o índice de refração da amostra observada para gerar a imagem a visualizar. Quando a luz passa através de uma célula viva, a fase da onda de luz altera-se de acordo com os índices de refração das estruturas da célula que atravessa. Por exemplo, se a luz atravessar uma parte relativamente espessa ou densa da célula, tal como um núcleo, retarda a luz que passa através dele. A fase da luz que atravessou, neste caso, o núcleo é deslocada em relação à luz que passou através de uma zona adjacente uma adjacente. O microscópio de contraste de fase explora assim os efeitos de interferência produzidos, permitindo a criação de uma imagem da estrutura da célula, ou seja, a luz que atravessa a amostra sofre um atraso, na sua fase, permitindo a visualização da amostra (Alberts, et al., 2007; Lodish, et al., 2013). O brilho da imagem visualizada depende do índice de refração da região da amostra observada. (Lodish, et al., 2013). O microscópio de luz polarizada, que se baseia em diferenças do comprimento de onda da luz, e o microscópio de fluorescência são também exemplos de microscopia ótica (Murphy, 2001).

A microscopia eletrónica surgiu por volta dos anos 30 permitindo um estudo mais aprofundado da célula, devido à sua excelente resolução, possibilitando pela primeira vez a observação de vírus e organelos. A microscopia eletrónica define-se como o campo da microscopia que usa microscópios eletrónicos como ferramenta, como por exemplo o microscópio eletrónico de transmissão e o microscópio eletrónico de varrimento (Bozzola & Russell, 1999).

Dentro das várias técnicas de microscopia conhecidas referir-se-á de seguida em maior detalhe a microscopia ótica. Este tipo de técnica de microscopia foi a selecionada para aplicação no âmbito deste estudo atendendo ao seu potencial educativo e à realidade escolar, que apresenta uma frequência de ocorrência generalizada de microscópios óticos compostos como uma ferramenta disponível na maioria das escolas.

O microscópio ótico é composto por uma parte mecânica, estrutural e de controlo, servindo de suporte, e por uma parte ótica, constituída por condensador, lente

objetiva, lente ocular, diafragma e sistema de iluminação. Cada um destes componentes tem finalidades distintas mas interdependentes. O condensador tem como finalidade projetar um cone de luz sobre o material a ser observado. O feixe luminoso que atravessa este material, por exemplo de origem celular, penetra a objetiva. A objetiva tem por sua vez a função de aumentar a imagem obtida e observada no plano focal da ocular, que por sua vez amplia novamente a imagem. Por fim, a imagem fornecida pela ocular pode ser percebida pela retina, ou pode ser projetada numa tela se o microscópio estiver adaptado a esta função (Junqueira & Carneiro, 2005).

A propriedade mais importante de um microscópio é a sua resolução, isto é, a capacidade de distinguir entre dois pontos muito próximos, sendo a de um microscópio ótico de cerca de $0,2\mu\text{m}$. A resolução é limitada pelo comprimento de onda da luz, dependendo essencialmente da lente objetiva. Para além da resolução, é também importante avaliar a ampliação conseguida pelo aparelho. A ampliação total resulta da ampliação alcançada pelas lentes objetivas e pelas lentes oculares (Lodish, et al., 2013).

No que se refere às observações ao microscópio ótico composto, na generalidade, bactérias e mitocôndrias são as formas mais pequenas cuja morfologia pode ser claramente distinguível através de observação em microscópio ótico composto. Observar detalhes de dimensões inferiores não é possível recorrendo a este tipo de microscopia (Alberts, et al., 2007). Para além disso, devido ao facto de as células e estruturas subcelulares não serem coradas, recorre-se frequentemente à sua fixação e coloração para aumentar a contrastação, conseguindo-se, assim, o estudo morfológico das células com grande detalhe (Junqueira & Carneiro, 2005). Outras propriedades e procedimentos serão requisitados para a observação de material biológico no caso de, por exemplo, se recorrer ao uso de microscopia de fluorescência, sendo que neste caso as várias fases de processamento da amostra são semelhantes, na generalidade, às que se recorre na microscopia ótica, mas a coloração é conseguida com químicos fluorescentes, ou seja, que absorvem luz num comprimento de onda específico e emitem luz num outro comprimento de onda, maior e específico (Lodish, et al., 2013).

Devido às técnicas de microscopia disponíveis, como já referido, foi possível conhecer melhor a estrutura celular, quer de células eucarióticas, quer de células procarióticas. As células procarióticas são atualmente aceites como os representantes atuais das formas mais primitivas da Vida, sendo que as bactérias são um exemplo de organismos procariontes (Junqueira & Carneiro, 2005; Schopf, 1992). As células procarióticas possuem um único compartimento celular fechado, que contém o citoplasma, rodeado por uma membrana celular. Não possuem núcleo e a sua organização interna é relativamente simples. O material genético, isto é, o cromossoma,

apesar de não se encontrar num compartimento individualizado, como nas células eucarióticas, encontra-se intensamente condensado na zona central da célula. Dispersos pelo citoplasma encontram-se também os ribossomas. Ao contrário das células eucarióticas, as células procarióticas não possuem mitocôndrias, retículo endoplasmático nem, com algumas exceções, constituintes celulares membranares. No entanto, as funções asseguradas por estes organelos nas células eucarióticas decorrem na membrana citoplasmática das células procarióticas.

Sendo que todas as bactérias são células procarióticas importa sobre abordá-las. Geralmente as células bacterianas possuem um tamanho entre 1 a 2 μm (Lodish, et al., 2013). A parede celular está também presente na maioria das espécies bacterianas, localizando-se exteriormente à membrana plasmática. A parede celular é composta por camadas de peptidoglicano, proteínas e oligossacarídeos, o que ajuda a proteger a célula e a manter a sua forma, contribuindo ainda para algumas funções metabólicas. As bactérias Gram negativas, apresentam a especificidade de possuírem para além da membrana citoplasmática, uma membrana exterior, designando-se o espaço entre estas de espaço periplasmático. Esta característica estrutural permite distinguir dois tipos de bactérias, através de uma técnica designada por coloração de Gram. As classificadas de Gram negativas, necessitam de um contrastante para serem observadas, pois não retêm o corante, quando sujeitas ao solvente que provoca a solubilização das membranas. Já as bactérias que não apresentam membrana externa, mas possuem uma parede celular com uma camada mais espessa de peptidoglicano que retém o complexo formado pelo cristal violeta-lugol, ficam coradas quando sujeitas à coloração de Gram e como tal designam-se por Gram positivas (Lodish, et al., 2013). Importa referir que esta técnica de coloração tem uma enorme importância para a taxonomia e identificação de células bacterianas.

A motilidade que algumas células procariontes apresentam deve-se ao movimento do flagelo que se gera através de uma força proto motriz (Kim & Gadd, 2008). O número e a localização dos flagelos varia dependendo da espécie bacteriana. Em alguns procariontes estão localizados em um ou em ambos os polos da célula, noutros os flagelos dispõem-se à volta de toda a célula. Podem ainda apresentar uma outra estrutura designada por fímbrias (ou *pili*) compostas por proteínas, mas que não estão envolvidas no processo de motilidade da célula. A sua função é de adesão, ou seja, permitir que os organismos adiram a superfícies de outras bactérias ou mesmo em células hospedeiras, vegetais ou animais, e a superfícies. Estas estruturas são observadas em muitas bactérias Gram-negativas, mas raramente em bactérias Gram-positivas (Kim & Gadd, 2008).

Muitas bactérias podem diferenciar células adaptadas à resistência em condições desfavoráveis - os esporos e os cistos, caracterizados por um metabolismo basal muito baixo. Estas estruturas de resistência surgem quando o ambiente de crescimento se torna desfavorável, como por exemplo quando há escassez de nutrientes no meio. Os cistos são resistentes a tensões físicas e químicas, tais como dessecação e radiação ionizante. Os esporos são resistentes a altas temperaturas, podendo permanecer viáveis durante várias décadas sob condições de ausência de água. Estas características dos esporos devem-se à composição e estrutura específica da sua parede celular constituída por várias camadas (Kim & Gadd, 2008).

Não obstante a sua simplicidade estrutural, as bactérias são organismos complexos e extremamente diversificados do ponto de vista bioquímico e metabólico, o que permite a sua adaptação a habitats muito variados. Embora as bactérias sejam muitas vezes associadas a fenómenos patogénicos, na verdade a maioria é inofensiva e muitas são benéficas (Junqueira & Carneiro, 2005). Para além da diversidade bioquímica e metabólica, as bactérias apresentam também uma grande diversidade de formas celulares: podem apresentar-se sob uma forma esférica, designada de cocos, sob uma forma alongada, bacilos, e ainda em formas helicoidais, espirilos, por exemplo. Células bacterianas de determinadas espécies podem formar organismos coloniais (Junqueira & Carneiro, 2005).

1.2.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas

O estudo das rochas magmáticas e dos fenómenos magmáticos que presidiram à sua génese é crucial pois uma grande porção da crosta terrestre é composta por rochas ígneas, embora algumas destas já se encontrem metamorfizadas. As rochas fundem-se em zonas profundas da crosta e do manto terrestre dando origem a magmas, rochas fundidas no interior da Terra. Alguns destes solidificam antes mesmo de chegar à superfície, enquanto que outros magmas ascendem até à superfície (Pipkin, Trent, Hazlett, & Bierman, 2011).

É Hoje claro que o conhecimento dos minerais de uma rocha pode fornecer informações sobre as condições de génese do magma parental que a originou, bem como obter informações sobre o processo de cristalização. Percebe-se então que o conhecimento dos processos ígneos é fundamental para que esta interpretação seja feita. O entendimento do processo de formação dos magmas, bem como da localização espacial da sua formação, depende da inevitável compreensão acerca da forma como as rochas se fundem. Embora ainda estejam a ser desenvolvidas investigações nesta área, sabe-se Hoje que a fusão de uma rocha depende da sua composição e das

condições de temperatura e pressão a que é sujeita. A fusão de uma rocha nunca é total, seja qual for a temperatura a que é sujeita, dado que os minerais que a compõem se fundem a diferentes temperaturas. A este fenómeno dá-se o nome de Fusão Parcial, dado que alguns minerais se fundem e outros permanecem sólidos. Por sua vez, a proporção entre a fração sólida e líquida depende, para além da composição e das temperaturas de fusão dos minerais, da temperatura a que a fusão ocorre, na crosta ou no manto. Este fenómeno explica que os magmas formados, a diferentes temperaturas e em diversas regiões do interior da Terra, podem ser diferentes pois a composição de um magma que resulta da fusão parcial de uma rocha em que apenas os minerais com menor ponto de fusão foram fundidos, pode ser significativamente diferente da composição de uma magma cuja génese se deve à fusão de uma rocha que foi completamente fundida. Conclui-se assim que os diversos magmas são resultado de diferentes proporções de fusão parcial. Para além disso, a pressão e a presença de água também afetam as condições de fusão. O aumento da pressão leva a um aumento da temperatura de fusão, enquanto por sua vez, o aumento da quantidade de água presente diminui o ponto de fusão dos minerais que constituem a rocha. Concluindo, uma rocha só se funde quando a sua composição mineralógica, a pressão a que está sujeita bem como a temperatura estiverem ajustadas, sendo este processo influenciado pela presença de água, afetando as composições dos magmas formados (Press & Siever, 2006).

No que se refere à distinção entre as diferentes rochas ígneas, as características mais frequentemente usadas são textura e a composição mineralógica e química. Segundo o parâmetro texturas as rochas podem apresentar: textura fanerítica, rocha ígnea com cristais individualizados que são facilmente visíveis a olho nu, ou textura afanítica, apresentando granulação fina em que os grãos são pequenos o bastante para não serem visíveis à vista desarmada, não sendo no entanto rochas agranulares pois os grãos apesar de não serem visíveis a olho nu são passíveis de se identificar numa análise pormenorizada a microscópio petrográfico, sendo a sua textura designada de afanítica (Pipkin, Trent, Hazlett, & Bierman, 2011). O tamanho e a forma dos minerais que a constituem é determinado pela duração e velocidade do arrefecimento do magma (Pipkin, Trent, Hazlett, & Bierman, 2011). Consoante o tamanho do grão cristalino que apresentam, que se por sua vez se relaciona com a duração e local de arrefecimento, as ígneas que arrefecem em profundidade designam-se rochas magmáticas intrusivas, e as rochas ígneas que arrefecem à superfície designada por rochas ígneas extrusivas ou vulcânicas, dado que podem formar-se quando a lava ou outro material vulcânico é ejetado pelos vulcões (Stille, 2008).

Atendendo a que na generalidade, a textura reflete a diferença de tamanho dos minerais presentes na rocha ígnea importa aprofundar a mineralogia ígnea. Um mineral define-se como uma substância de ocorrência natural, geralmente inorgânica, cristalina, com um intervalo definido para a sua composição química e com características físicas bem definidas (Pipkin, Trent, Hazlett, & Bierman, 2011). A forma cristalina de um mineral reflete o arranjo da estrutura dos átomos que o constituem, que por sua vez determina a forma do cristal. Os átomos que constituem um mineral podem corresponder a um ou mais elementos que se ligam entre si e ligam-se através de forças eletromagnéticas. As propriedades dos minerais dependem também do tipo e da intensidade das forças de ligação. A dureza, a solubilidade, a clivagem, as condutibilidades térmicas e elétricas, entre outras, estão intimamente associadas aos tipos de ligações existentes nos minerais. Os minerais mais abundantes nas rochas ígneas pertencem ao grupo dos silicatos, contendo sílica, oxigénio e alumínio, havendo ainda para outros grupos petrográficos outros como por exemplo os carbonatos e os óxidos (Pipkin, Trent, Hazlett, & Bierman, 2011; Press & Siever, 2006).

Relacionado com a abundância de silicatos nas rochas ígneas está a sua classificação com base na composição química e mineralógica. As primeiras classificações com base em análises químicas baseavam-se na análise química do teor em sílica (SiO_2) da rocha. A sílica representa cerca de 40 a 70% do peso total de uma rocha ígnea, sendo muito abundantemente na maioria destas. Atualmente as classificações usadas, classificam os principais grupos de rochas magmáticas como: rochas félsicas, rochas máficas, rochas ígneas intermédias e rochas ultramáficas, com base na sua proporção relativa de minerais silicosos, ou sejam minerais constituídos por sílica que são o quartzo, feldspato, moscovite e biotite, anfíbulas e piroxenas e olivina (Press & Siever, 2006). Estes minerais siliciosos são também apelidados de silicatos e constituem a maior classe de minerais. A unidade estrutural básica de todos os silicatos consiste num tetraedro de sílica (SiO_4) que pode ocorrer isolado nas estruturas cristalinas dos minerais - nesossilicatos- ou quando polimerizado pode também aparecer sob a forma de cadeias -inossilicatos- ou sob a forma de anéis - ciclossilicatos (Hurlbut & Sharp, 1998). Importa aprofundar o conceito de polimerização, processo intimamente relacionado com a possibilidade de ocorrência dos diferentes silicatos. A polimerização consiste na união de moléculas de um dado composto (monómero) para formar um novo composto designado por polímero, cujo peso molecular é um múltiplo inteiro do produto de partida (Infopédia, 2014).

Como já referido, há uma forte relação entre a mineralogia, atendendo á estrutura cristalina dos diferentes minerais, e as temperaturas de cristalização ou de fusão da rocha ígnea, e seus cristais. Sabe-se que os minerais máficos se fundem a

temperaturas mais altas que os félsicos, sendo que conseqüentemente a temperatura de cristalização dos minerais máficos é mais alta que a dos félsicos. Os minerais cristalizam quando a temperatura a que estão sujeitos é mais baixa que o ponto de fusão. Este facto encontra-se intimamente relacionado com a estrutura apresentada pelos diferentes minerais silicatados intervenientes em processos ígneos, refletindo-se o conjunto de todas estas dinâmicas na Série de Bowen. Esta Série, na generalidade, traduz um constante reajustamento às novas condições de equilíbrio do meio em que ocorrem os processos e fenómenos ígneos. As estruturas cristalinas dos minerais reajustam, através de processos de polimerização e de reestruturação dos tetraedros de sílica, permitindo formar o mineral mais estável num dado momento, para determinadas condições de pressão e temperatura. Sabe-se ainda que a cristalização dos minerais durante o arrefecimento do magma, não é simultânea e corresponde na verdade a uma seqüência. Assim, a Série de Bowen descreve uma reação que explica a derivação de magmas intermédios e félsico a partir de magmas básicos. Esta série inclui duas seqüências, uma contínua, constituída por plagióclases e são minerais não ferromagnesianos, e outra descontínua, composta por minerais ferromagnesianos, que vão permitindo uma evolução magmática à medida que a temperatura a que essa bolsada magmática está sujeita (Monroe, Wicander, & Hazlet, 2007).

De facto, a diversidade de rochas ígneas depende também das condições a que o magma fica sujeito. Assim, a partir de um material parental originalmente uniforme diversos tipos de rochas ígneas podem ser formadas devido a um processo conhecido por Diferenciação Magmática, ou Evolução Magmática. Este processo ocorre devido às diferentes temperaturas de cristalização dos diferentes minerais, levando a que durante a cristalização haja uma variação da composição do magma que vai empobrecendo nos elementos químicos solicitados para formar os minerais que já cristalizaram.

Durante a evolução de um magma até à formação de rochas magmáticas, podem ocorrer diferentes processos de diferenciação magmática, entre eles a Diferenciação Gravítica, a Assimilação Magmática e/ou a Cristalização Fracionada (Frost & Frost, 2014). Esta última forma de diferenciação magmática pretende explicar o processo pelo qual os cristais formados por arrefecimento de um magma são separados do magma restante, sendo que esta separação pode ocorrer de diferentes formas. A forma mais simples ocorre quando os cristais formados se depositam no fundo da câmara magmática, sendo assim impedidos de reagir com a restante fração magmática líquida. Esta fração líquida irá migrar posteriormente para outras zonas, formando novas câmaras magmáticas prosseguindo da mesma forma o processo de cristalização sequencialmente. Sabe-se ainda que a cristalização dos minerais durante o arrefecimento do magma, não é simultânea e corresponde na verdade a uma seqüência

– Série de Bowen. Esta série descreve uma reação que explica a derivação de magmas intermédios e félsico a partir de magmas básicos. Esta série inclui duas sequências, uma contínua, constituída por plagióclases e são minerais não ferromagnesianos, e outra descontínua, composta por minerais ferromagnesianos, que vão permitindo uma evolução magmática à medida que a temperatura a que essa bolsada magmática está sujeita (Monroe, Wicander, & Hazlet, 2007).

Concluindo, importa referir a relação entre a formação de algumas rochas ígneas e a tectónica de placas, ou seja, a contextualização tectónica do magmatismo.

As diferentes rochas ígneas, com as suas composições químicas e mineralógicas características, existem em regiões específicas da Terra, geralmente associadas a fenómenos de tectónica de placas. A configuração dos diferentes tipos limites entre as placas tectónicas encontra-se associada à formação de rochas ígneas características (Jerram & Petford, 2011). Auxiliando a interpretação feita com base nos diferentes limites entre as placas tectónicas à luz da sua mobilidade, foram realizadas também experiências em laboratório, em que se determinam as temperaturas e pressões em que diferentes tipos de rocha se fundem, obtendo-se informações que permitem ter uma ideia sobre os locais onde ocorre fusão (Press & Siever, 2006).

Assim, o magmatismo pode ocorrer associado a margens de limites divergentes, onde duas placas se estão a afastar, como nas cristas oceânicas, sendo que a ressurgência e solidificação do magma forma nova crosta oceânica, geralmente de natureza basáltica. Dos diferentes tipos de limites conhecidos associados à formação de magmas, as zonas de dorsal oceânica pela sua levada extensão são os locais mais significativos. Pode ainda estar associado às margens de limites destrutivos, onde duas placas convergem de modo a que uma das placas afunda, podendo ocorrer a formação de uma série de magmas de diferente composição, dependente também da composição pétrea das placas que se vão fundido, assim como de outros fatores como a presença de água que influencia o ponto de fusão dos materiais, como referido, e consequentemente a sua composição. Verificam-se também fenómenos magmáticos em zonas de convergência entre duas placas oceânicas, formando arcos insulares, entre placas continentais ou entre uma placa oceânica e uma continental. No que se refere aos limites designados de conservativos, em que duas placas deslizam uma sobre a outra, não ocorrendo formação nem destruição da crosta, a atividade ígnea é menor (Jerram & Petford, 2011).

Mais de 99% em volume de atividade ígnea na Terra ocorre associada a limites de placas tectónicas, convergentes e divergentes. No entanto alguma atividade ígnea pode ocorrer em locais no interior das placas. De referir que existem rochas

ígneas formadas em locais distantes das margens das placas podendo ocorrer sob a forma de filões, por exemplo (Jerram & Petford, 2011).

1.3. Problemas de Investigação

No presente trabalho, os problemas de investigação na forma de questão problema, para a componente de Biologia e de Geologia são respetivamente:

-“Poderá o trabalho prático laboratorial, em particular a microscopia ótica, melhorar os processos de aprendizagem?”.

-“Quais e qual a origem das áreas de subaproveitamento no tema “Magmatismo e Rochas Magmáticas”?”.

1.4. Objetivos de Investigação

Os objetivos de investigação podem ser definidos de uma forma global – objetivos gerais – ou podem referir-se a objetivos específicos da investigação propriamente dita, que se referem-se aos fins que comandam a investigação, ou seja, são uma linha orientadora (Carmo & Ferreira, 2008). No âmbito da investigação realizada, tendo em conta os problemas de investigação supra referidos, os objetivos de investigação foram os seguintes:

- Para a componente de Biologia definiu-se como objetivo geral deste estudo o de “*Avaliar o efeito do trabalho prático laboratorial, em particular microscopia ótica, no processo de aprendizagem*”. Já os objetivos específicos de investigação foram: identificar vantagens do recurso ao trabalho prático laboratorial nas práticas letivas, identificar a influência do trabalho prático laboratorial na aprendizagem dos alunos, e descrever a receptividade dos alunos face a atividade de carácter laboratorial.

- Para a componente da Geologia, define-se como objetivo geral deste estudo o de “*Identificar as áreas de subaproveitamento no tema Magmatismo e Rochas Magmáticas e a sua origem, através de uma ação educativa que recorre a ferramentas digitais*”. Quanto aos objetivos de específicos de investigação, foram considerados os seguintes: Identificar áreas de subaproveitamento no que se refere ao tema Magmatismo e Rochas Magmáticas, construção de instrumentos digitais para colmatar algumas das áreas de subaproveitamento escolar e auscultar a origem das dificuldades.

1.5. Contributo Didático do Estudo

Este estudo contribuiu para a aprendizagem dos alunos face das temáticas abordadas mas também permitiu o desenvolvimento profissional da docência, como descrito na secção 4.2. deste documento.

No que se refere ao impacto deste estudo para os discentes a intervenção didática exerceu-se no sentido de proporcionar condições para a ocorrência de uma aprendizagem significativa, consolidada e decorrente da interação entre elementos. Para além disso, e no que se refere mais especificamente à vertente de Geologia, ao investir em áreas diagnosticadas como de subaproveitamento este trabalho permitiu que a ação docente fosse mais direcionada e dedicada à superação destas dificuldades, possibilitando que os alunos usufruíssem de uma abordagem que tentou ultrapassar as dificuldades nesta área. No que se refere à componente de Biologia, através do trabalho laboratorial, onde se promoveu o desenvolvimento do raciocínio crítico, da capacidade de observação e da cooperação entre grupo, os alunos puderam desenvolver competências laboratoriais. Para além disso permitiu a dinamização de uma atividade especialmente dedicada à observação e estudo da célula bacteriana, que apesar de motivadora e pertinente, normalmente não é levada a cabo nas práticas letivas.

Capítulo 2: Metodologias de Investigação

“A Metodologia de Investigação analisa e descreve os métodos, distancia-se da prática para poder tecer considerações teóricas em torno do seu potencial na produção de conhecimento científico.”

(Clara Coutinho)

2.1. Classificação da Investigação

Segundo Carmo & Ferreira (2008), uma investigação pode ser classificada quanto ao propósito e quanto ao método. A classificação quanto ao propósito baseia-se na aplicabilidade dos resultados e no grau de generalização dos mesmos à população em estudo. Quanto ao método este refere-se à classificação do estudo pondo em evidência a estratégia concebida para responder a uma determinada questão e a característica do estudo que o distingue dos restantes (Carmo & Ferreira, 2008).

A investigação em Ciências Sociais e Humanas, como em Educação, deve cumprir dois requisitos: ser científica, regendo-se pelo rigor, e ser adequada ao objeto em estudo. No entanto deve reconhecer-se que este tipo de investigação apresenta uma dependência contextual, ou seja, o investigador não pode alhear-se do contexto sociocultural em que realiza a investigação, havendo condicionantes humanas e culturais que o investigador não pode ignorar (Coutinho, 2014).

2.1.1. Design Quase-Experimental no Estudo da Célula Bacteriana

O estudo referente à componente da Biologia classifica-se de estudo quase-experimental, em que só uma variável independente é manipulada (Carmo & Ferreira, 2008). Num estudo verdadeiramente experimental pretende-se estabelecer uma relação causa-efeito entre variáveis, sendo que se assume que as variáveis externas são adequadamente controladas e que as variáveis de estudo definidas são apropriadas. Em estudos experimentais prevê-se a existência de um grupo experimental, ao qual é aplicado o tratamento previsto, e de um grupo controlo onde não é aplicado o tratamento (Black, 1999). Num estudo verdadeiramente experimental o investigador manipula a variável independente, controlando todas as outras variáveis externas, e observa o efeito numa ou mais variáveis dependentes. O facto de se manipular a variável independentemente distingue a investigação experimental dos outros paradigmas de investigação. A variável dependente é a alteração ou a diferença que resulta da manipulação da variável independente (Carmo & Ferreira, 2008). No entanto, para que se verifique qual o efeito da variável independente sobre a variável dependente é necessário que haja o controlo de outras variáveis. Este controlo torna-se muito difícil nas ciências sociais, e em educação, pois atendendo a que a investigação é conduzida por seres humanos e a população alvo também é constituída por pessoas é complexo controlar todas estas variáveis (Black, 1999). As dificuldades na aplicação deste tipo de estudos surgem porque não há uma escolha verdadeiramente aleatória do grupo de tratamento e porque em contexto escolar, assim como noutras áreas das ciências sociais, não são reunidas condições que permitam de forma efetiva controlar todas as variáveis externas. Neste sentido, no momento da escolha do plano experimental devem ser tidas em conta estas limitações, sendo que o plano experimental deve ser definido tendo em consideração não só a hipótese que pretendemos testar, mas também as condições de que o investigador dispõe, caracterizadas anteriormente. Uma investigação quase-experimental possui todas as características de um estudo verdadeiramente experimental, mas atende-se ao princípio de que a escolha da amostra não foi aleatória e que todo o processo de investigação vai ser perturbado por variáveis externas que não são possíveis de eliminar atendendo ao contexto. Segundo Ferreira & Carmo (2008) o plano quase-experimental que descreve este estudo é o plano com grupo de controlo não equivalente. A realização de um pré-teste e de um pós-teste é uma característica em comum com investigações experimentais puras ou verdadeiramente experimentais. Tanto o grupo experimental como o de controlo são submetidos a um pré-teste e a um pós-teste, sabendo que não há uma seleção aleatória

dos sujeitos de investigação e portanto os grupos não são equivalentes (Carmo & Ferreira, 2008).

2.1.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas

O estudo ao qual se refere a componente de Geologia classifica-se de estudo descritivo. Segundo Carmo e Ferreira (2008), este tipo de investigações implica o estudo, a compreensão e a explicação do objeto de investigação.

Em contraste com uma investigação experimental, o investigador não manipula as variáveis, não decide quem recebe um determinado tratamento ou determina eventos a acontecer. Os métodos são não experimentais, pois referem-se à relação entre variáveis não manipuladas. Desde que os eventos ou as condições tenham já ocorrido, o investigador seleciona as variáveis mais relevantes para analisar as relações entre elas (Singh & Nath, 2007).

A recolha de dados pode ser feita pela administração de um questionário, pela realização de entrevistas ou recorrendo à observação da situação em contexto real, sendo que se podem referir a condições ou relações existentes, a opiniões ou processos que estão a decorrer e permitem testar hipóteses (Carmo & Ferreira, 2008; Singh & Nath, 2007).

Tendo em conta que o propósito desta investigação visa obter dados que não estavam disponíveis, serão elaborados no âmbito desta investigação instrumentos para recolha de dados apropriados, sendo que são devidamente testados e corrigidos antes de serem aplicado aos sujeitos da amostra (Carmo & Ferreira, 2008).

2.2. Técnicas e Instrumentos de Recolha de Dados

Segundo Devers & Frankel (2000) in Hays & Singh, 2012, vários são os fatores que ajudam a determinar o tipo de recolha de dados, como por exemplo a finalidade do estudo, os recursos disponíveis, ou o número de participantes envolvidos.

Atendendo a que os dois estudos desenvolvidos, uma na área da Biologia e outro na área da Geologia, e aos quais se refere este relatório, diferem entre si na classificação e enquadramento da natureza da sua investigação, as técnicas e os instrumentos de recolha de dados para cada uma das temáticas estudadas são especificadas a seguir.

Importa referir que em ambos os temas, a investigação incluiu fases de avaliação diagnóstica e de avaliação formativa. Na fase avaliação diagnóstica é importante obter informação sobre o que os alunos aprenderam antes da intervenção prevista, visando o reajustamento de estratégias em etapas de intervenção posteriores (Ministério da

Educação e da Ciência, 2012), podendo esta avaliação ocorrer em qualquer momento do ano letivo quando articulada com a avaliação formativa (Ministério da Educação e da Ciência - Gabinete da Secretária de Estado do Ensino Básico e Secundário, 2011). A avaliação diagnóstica tem particular importância nos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que é ela que nos permite recolher informação sobre os conhecimentos prévios dos alunos: os cientificamente corretos, os não adquiridos ou os que se afastam da conceção cientificamente correta (Wellington, 2000).

No que se refere à avaliação formativa através de uma variedade de instrumentos de recolha de informação, desde que adequados à diversidade de estilos e de aprendizagem, pretende obter informação sobre o modo a aprendizagem se desenvolve, contribuindo para o ajustamento de processos e estratégias (Ministério da Educação e da Ciência, 2012). Os instrumentos de recolha de dados usados no contexto de cada um dos estudos desenvolvidos foram diferentes, encontrando-se discriminados nas secções 2.2.1. e 2.2.2. desta secção.

2.2.1. Estudo da Célula Bacteriana

Este estudo prevê a avaliação de uma atividade prática cujos objetivos contemplam a identificação de vantagens do recurso ao trabalho prático laboratorial nas práticas letivas, a identificação da influência do trabalho prático laboratorial na aprendizagem dos alunos relativamente ao tema em estudo – célula bacteriana - e a descrição da receptividade dos alunos face a atividades de carácter laboratorial, através da implementação de uma metodologia quase-experimental baseada num design pré-/pós-teste com recurso à combinação de abordagens quantitativas e qualitativas.

A recolha de dados com a finalidade de avaliação diagnóstica, apelidada de pré-teste, e formativa, pós-teste, recorreu a uma técnica que visa o recurso a inquérito por questionário (Apêndice I). As questões presentes neste questionário são de vários tipos: resposta curta escrita, escolha entre opções e seleção de níveis numa escala de Likert, sendo o objetivo desta avaliar a opinião do inquirido (Carmo & Ferreira, 2008). As opiniões revelam as perceções dos alunos, sobretudo no que se relaciona com conhecimentos possuídos e mobilizados por estes. Neste questionário é ainda incluída uma questão que implica um registo por desenho. As representações por desenhos são modelos de expressão que estão relacionados com os modelos mentais, tendo a vantagem de se obter rapidamente um grande número de dados (Reiss, et al., 2002). Os desenhos constituem uma das várias maneiras para recolher informações sobre conhecimento dos alunos, permitindo comparações mais simples (Fanèovièová & Prokop, 2006; Köse, 2008). É possível combinar os métodos de diagnóstico por

desenhos com respostas a questões de inquérito complementar com o objetivo de validar as interpretações feitas dos desenhos para uma maior sucesso no diagnóstico (Köse, 2008). No entanto uma das desvantagens subjacentes ao recurso a desenhos refere-se à dificuldade que os participantes podem ter em expressar os seus conhecimentos de uma forma gráfica, por exemplo devido à falta de competências para desenhar (Fanèovièová & Prokop, 2006).

O instrumento de avaliação construído foi previamente testado com a aplicação de um teste piloto a uma amostra, de conveniência, constituída por 22 alunos a frequentar o 10º ano de escolaridade, idêntica à amostra do estudo principal. A validação do questionário através da aplicação de um teste piloto permite identificar, compreender e corrigir ambiguidades que podem nele existir e, conseqüentemente interferir com as respostas dadas pelos elementos da amostra, comprometendo a qualidade dos dados recolhidos (Fonseca, 2012). Tendo em conta que sendo o instrumento de recolha de dados selecionado para este estudo um questionário, importa controlar a subjetividade eventualmente relacionada com este. A aplicação deste teste piloto teve por objetivo melhorar a consistência do instrumento desenhado para a realização da avaliação diagnóstica e formativa prevista para este estudo, que se enquadra num design de avaliação pré-/pós-teste, assim como saber o que os inquiridos consideram acerca da pertinência do questionário, sendo dedicada uma secção do questionário para que o classifiquem quanto à objetividade.

O instrumento de recolha de dados desenvolvido especificamente para esta atividade pode ser consultado em apêndice (Apêndice I). Considerou-se pertinente o desenvolvimento de um instrumento de recolha de dados específico para esta atividade para que as questões fossem totalmente adaptadas aos objetivos, permitindo avaliar de uma forma mais direta o seu grau de consecução. O questionário utilizado (Apêndice I) subdivide-se em duas partes. A primeira parte inclui um primeiro grupo que visa uma avaliação da perceção da estrutura da célula bacteriana através de uma representação gráfica levada a cabo pelos alunos. A representação gráfica poderia ser complementada por legendas. De seguida surge um segundo grupo em que se pretende a avaliação de conhecimentos e a recolha de opiniões relativas ao estudo da célula bacteriana e às técnicas de microscopia ótica. Este grupo inclui respostas escritas curtas, escolha entre opções e seleções em escalas de Likert, revelando opiniões de concordância ou discordância com afirmações propostas, ou sobre a importância e interesse revelados perante o trabalho laboratorial em contexto de aprendizagem; perante o estudo da célula bacteriana e perante o uso de técnicas de microscopia ótica nas aulas. Neste último grupo é pedido aos alunos que justifiquem a escolha feita. Na segunda parte deste questionário é reservada uma área para que os inquiridos manifestem a sua opinião,

através de uma escala de Likert, quanto à objetividade e facilidade de compreensão do próprio instrumento de recolha de dados, existindo adicionalmente uma secção destinada a sugestões de melhoria.

2.2.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas

Este estudo previu uma fase inicial de preparação. Esta fase constou de um levantamento de dados realizado através de um inquérito por entrevista aos docentes do grupo 520 que lecionam a disciplina de Biologia e Geologia, e a uma amostra de alunos do 12º ano com vista a identificar áreas de subaproveitamento dentro da temática: Magmatismo e Rochas Magmáticas. Foi objetivo desta fase o de recolher informação que permitiu a construção direcionada dos instrumentos de recolha de dados e que serviram também de apoio para a colmatação das próprias áreas de subaproveitamento. A fase inicial de diagnóstico de conhecimentos e de áreas de dificuldade permitiu a elaboração de um documento digital, disponível num *Blogue* especificamente construído para tal, que aborda cirurgicamente as áreas identificadas como de subaproveitamento.

Durante a aplicação propriamente dita das ferramentas digitais construídas para apoiar o estudo do tema “Magmatismo e Rochas Magmáticas” na perspetiva de colmatar áreas deficitárias, foram também recolhidos dados, concretizados pelas pontuações obtidas por cada elemento da amostra nos diversos dispositivos digitais disponibilizados *on-line*. Cada dispositivo abordou temas previamente pensados, e estruturados.

Após a recolha de dados da fase de aplicação, na qual um gradiente de dificuldade e de aprofundamento foi previsto, foram na fase final de novo auscultadas as áreas de subaproveitamento reveladas pela amostra, em inquérito por questionário, sendo depois feita uma análise integradora de todos os elementos recolhidos.

2.3. Técnicas de Análise de Dados

“Seja qual for a técnica de recolha de dados, o objetivo da etapa de análise e interpretação desses dados é responder, do melhor modo possível, ao problema de investigação formulado”

(Prodanov & Freitas)

2.3.1. Combinação de métodos no Estudo da Célula Bacteriana

Para a análise e tratamento de dados foram usadas técnicas de carácter quantitativo e qualitativo, numa combinação de métodos por forma a potenciar a eficácia das interpretações realizadas (Punch, 2009). No que se refere ao tratamento dos dados, quer relativos ao pré-teste quer relativos ao pós-teste, os procedimentos adotados foram idênticos.

Para o tratamento estatístico dos dados recolhidos, foi criada uma base de dados com recurso ao programa IBM® SPSS® Statistics versão 22. A base de dados foi então sujeita a uma limpeza e a um tratamento de casos omissos pelo método de substituição: interpolação linear; atendendo ao tamanho da amostra em estudo e ao facto do número de casos omissos ser razoavelmente limitado (maior percentagem de casos omissos detetada: 48.15%) e ocorrer ao acaso. A interpolação linear pode ser usada quando se estuda uma distribuição agrupada, e, por conseguinte é possível conhecer os valores que estão em cada intervalo, mas não os valores específicos dentro de cada intervalo. Usando este método podem-se estimar estes valores sendo a principal premissa a de que os valores, que correspondem às pontuações em estudo, são uniformemente dispersas por todo o intervalo (Cohen, 2013).

Seguidamente, para todas as variáveis em estudo, foi feita uma análise de normalidade através da aplicação do teste de Shapiro-Wilk, dado o tamanho limitado da amostra em estudo. Se a distribuição for normal, o valor da correlação deve aproximar-se do valor um (1). Se os valores de correlação obtidos forem inferiores, a distribuição caracteriza-se por ser não normal (Ruppert, 2004). Usando este teste, confirmou-se a distribuição não normal da amostra em estudo neste trabalho (Apêndice II). Atendendo ao tamanho da amostra, à violação do pressuposto da normalidade e ao facto de que, de acordo com a natureza da investigação realizada, isto é, estudo quase-experimental, se previa a obtenção de resultados de ordem nominal ou ordinal, e não de dados de natureza contínua ou intervalar, optou-se por recorrer a testes não paramétricos. Os testes paramétricos geralmente apresentam maior eficácia do que os métodos não-paramétricos, fornecendo mais informações do que estes últimos. No entanto, existem situações em que se desconhece a distribuição da amostra ou esta não segue uma distribuição normal, como no caso da amostra em estudo, tendo-se de recorrer aos testes não paramétricos (Byrnes, 2009). Estes exigem suposições menos restritivas do que testes paramétricos, requerem alguns cálculos aritméticos simples e são mais adequados para a análise de dados de natureza nominal ou ordinal (Asthana & Bhushan, 2007).

Os testes estatísticos utilizados neste estudo foram os seguintes: teste de Wilcoxon (amostras emparelhadas), teste de sinais de Wilcoxon (uma amostra), teste de Mann-Whitney (amostras independentes) e teste de McNemar (variáveis dicotómicas). Com o teste de Wilcoxon é possível analisar se as amostras estudadas, neste caso sendo uma sujeita a condições experimentais e a outra não, isto é, o controlo, poderão responder de forma diferente à mesma questão proposta em momentos de avaliação diferentes. O teste de Wilcoxon (amostras emparelhadas) é um teste que envolve duas amostras dependentes. Para aplicar o teste de Wilcoxon (amostras

emparelhadas) é necessário que cada um dos participantes possua duas pontuações obtidas entre um determinado intervalo, ou seja, cada pontuação foi obtida em duas diferentes fases experimentais. Uma diferença de pontuações é calculada para cada indivíduo, subtraindo a pontuação obtida, neste caso numa fase de pós-teste, à pontuação na condição de pré-teste. No que se refere ao teste de sinais de Wilcoxon (uma amostra), este é um teste estatístico não-paramétrico para testar hipóteses sobre a mediana observada na população em relação a um valor teórico (neste caso, por se utilizarem escalas ordinais de 5 pontos, definido como o valor 3), quando existem duas variáveis nominais e uma variável de medição. Este teste só deve ser utilizado se a distribuição seguida pela população for não normal (McDonald, 2009; Explorable.com, 2009).

O teste de Mann-Whitney é usado quando os dados são de natureza ordinal, numa situação de teste de hipóteses que contempla duas amostras independentes. O resultado deste teste é significativo quando indica a existência de uma diferença significativa entre as duas medianas da amostra, e pode ser interpretado como um indício de que existe uma elevada probabilidade das amostras representarem populações com diferentes valores medianos (Sheskin, 2004). Outro teste a que se recorreu neste estudo foi o teste de McNemar, para variáveis dicotómicas. O teste de McNemar é usado para determinar se existem diferenças entre uma variável dependente dicotómica entre dois grupos relacionados, isto é, pode ser usado para comparar a proporção de participantes que se incluem numa categoria específica antes e depois de um determinado tratamento, sendo usado em estudos cujo design é pré-/pós-teste (Weathington, Cunningham, & Pittenger, 2010; AERD statistics, 2013).

De referir que, tendo-se optado pela análise dos dados através de testes não paramétricos, foram também realizadas análises complementares com testes paramétricos com vista a permitir uma comparação crítica e validação.

Complementarmente a estes testes foi ainda realizado um “effect size test”, que determina a proporção da variância na variável dependente que se explica por uma manipulação da variável independente. O tamanho do “effect size” indica uma estimativa da variável independente, independentemente do tamanho da amostra. Quanto maior o “effect size”, mais consistente é a influência das variáveis independentes sobre a variável dependente (Jackson, 2014). Para a determinação do “effect size” recorreu-se ao cálculo do *d* de Cohen com recurso a uma calculadora digital (disponível em: <http://www.uccs.edu/~lbecker/>).

No que se refere aos dados analisados por métodos qualitativos, para o escrutínio das respostas dadas para cada questão, foi feita uma análise de conteúdo, um método que visa uma descrição sistemática do significado de determinadas

informações recolhidas, definindo-se categorias de codificação (Schreier, 2012). No presente estudo, esta análise contemplou a inventariação das noções referidas no pré-teste e no pós-teste, tendo sido feita uma análise das variações na frequência das mesmas avaliadas estatisticamente através do teste de McNemar. As proporções relativas e o tipo de noções corretas e incorretas foram então utilizadas para definir uma rúbrica de classificação de respostas fornecidas, a qual reflete a qualidade das mesmas e cuja avaliação se baseou na utilização dos testes não-paramétricos para amostras dependentes e independentes acima descritos. Exemplo das rúbricas definidas é a que em apêndice (Apêndice III) relativa à questão Q1: “Como defines bactéria”. No caso deste estudo este tipo de análise permitiu melhorar a análise quantitativa dos dados, pois conferiu direção e especificidade à interpretação realizada. No caso particular da questão que implica o registo por desenho, foi também realizada uma análise do seu conteúdo, importando aqui referir que a escala de codificação usada conferiu a menor importância possível à qualidade “artística” do desenho e foi elaborada no sentido da não ambiguidade na atribuição das classificações (Reiss, et al., 2002).

2.3.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas

Para o tratamento de dados, pretendeu-se analisar o conteúdo das respostas às entrevistas iniciais à amostra de alunos do 12ºano e de docentes do grupo 520. A análise de conteúdo foi estruturada em duas fases, uma como o objetivo de descrever, ou seja, enumerar os aspetos identificados nas respostas a um determinado dispositivo, e outra com o objetivo de interpretar. Assim a análise de conteúdo articula os dados literais obtidos através dos instrumentos e técnicas de recolha de dados, com os fatores que determinam as características encontradas (Carmo & Ferreira, 2008). Relativamente aos questionários interativos aplicados à amostra durante lecionação da temática, foi feita uma análise, com base em estatística descritiva e na análise de conteúdo, das respostas obtidas para que avaliar as conceções dos alunos face à temática em várias fases da aplicação dos instrumentos e para determinar a eficácia na colmatação de áreas deficitárias. A avaliação quantitativa correspondeu a uma estatística simples, sendo a análise estatística adequada a todas as investigações orientadas para o estudo das correlações, tornando este tipo de técnica adequada em investigações conduzidas numa perspetiva causal (Quivy & Campenhoudt, 1995). Para análise dos dados recolhidos durante a fase de avaliação formativa foi feita uma análise de conteúdo dos mesmos.

2.4. A Amostra: Caracterização

Uma população refere-se a um conjunto de elementos abrangidos por uma mesma definição, que por vezes assume graus de grandeza elevados. Neste caso, as populações consideradas foram, respetivamente para a componente de Biologia e de Geologia, os alunos que frequentam a disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano do Ensino Secundário em Portugal e os alunos que frequentam a disciplina de Biologia e Geologia do 11º ano do Ensino Secundário em Portugal. Dado o tamanho da população, para que a concretização do estudo seja levada a cabo é necessário proceder a uma seleção de elementos pertencente a esta amostra. A esta técnica dá-se o nome de amostragem e conduz à definição de um subconjunto de uma dada população designada de amostra (Carmo & Ferreira, 2008).

Atendendo às características das amostras em estudo, estas foram obtidas por uma técnica de amostragem não probabilística em que a seleção é feita de acordo com um critério definido pelo investigador, não se garantido uma probabilidade conhecida e não nula de cada um dos elementos da população ser selecionado e fazer parte da amostra. Mais em pormenor a amostra é definida com sendo uma amostra, não probabilística, de conveniência onde se utiliza um grupo de indivíduos que estão disponíveis para os efeitos pretendidos. Com este tipo de amostragem os resultados não podem ser generalizados à população à qual pertence o grupo de conveniência, permitindo, contudo, obter informações cruciais, desde que se reconheçam as cautelas e reservas a ter em atenção na sua utilização (Carmo & Ferreira, 2008).

Segundo Hood (2006) in Hayes & Singh (2012), as vantagens da utilização de amostras de conveniência centram-se na facilidade de acesso à amostra. Para além disso, esta pode ser uma abordagem de amostragem útil pois permite que se ultrapassem dificuldades que o investigador pode encontrar no que se refere aos fundos económicos necessários para a investigação e ao tempo disponível (Hays & Singh, 2012).

2.4.1. Características da Amostra para o Estudo da Célula Bacteriana

A amostra para a investigação realizada compreendeu duas turmas de 10ºano de escolaridade, que frequentaram a disciplina de Biologia e Geologia, na Escola Secundária c/3ºciclo de Rio Tinto. Essa amostra (n=57), sendo 28 alunos do sexo feminino e 29 do sexo masculino, com uma média de idades de 15.2 ± 0.59 anos.

Neste estudo, a amostra foi dividida e sujeita a diferentes condições. Um grupo foi submetido ao tratamento cujos efeitos se pretendia medir - grupo experimental,

enquanto ao outro grupo não foi administrado nenhum tratamento, tratando-se do grupo de controlo. Particularizando, o grupo experimental correspondeu a uma amostra de 30 elementos, em que 22 são do sexo masculino e 8 são do sexo feminino, sendo a média de idades de 15 ± 0.37 anos. O grupo controlo correspondeu a uma amostra de 27 elementos, em que 9 elementos são do sexo masculino e 18 são do sexo feminino, sendo a média de idades de 15.4 ± 0.70 anos.

2.4.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas

A amostra considerada para a investigação realizada compreendeu uma turma de 11º ano de escolaridade, que frequentaram a disciplina de Biologia e Geologia, na Escola Secundária c/3º ciclo de Rio Tinto. Essa amostra é constituída por 24 alunos ($n=24$), respetivamente, 12 do sexo feminino e 12 do sexo masculino, sendo a média das suas idades de 16 anos.

2.5. Procedimento

A presente investigação decorreu durante o ano letivo de 2013/2014, pertencendo os alunos participantes à Escola Secundária de Rio Tinto. As intervenções realizadas no âmbito deste estudo decorreram no âmbito da disciplina de Biologia e Geologia, e inseriram-se na lecionação de temáticas previstas curricularmente, tendo sido estas, respetivamente: “A célula” e “Magmatismo e Rochas Magmáticas”.

2.5.1. Estudo da Célula Bacteriana

A temática referente ao estudo da célula bacteriana foi abordada através de uma intervenção numa turma de 10º ano de escolaridade, que consistiu numa atividade de carácter laboratorial. Após a apresentação da matéria, os alunos realizaram uma atividade prática em que puderam observar células bacterianas ao microscópio ótico composto (MOC). Os alunos constituíram grupos de 3 elementos e realizaram a observação de preparações de células bacterianas (Apêndice IV), previamente preparadas para a observação específica de determinados componentes celulares característicos de células bacterianas. Após a atividade de observação crítica e registo das mesmas, os alunos levaram a cabo a concretização prática de dois procedimentos de preparação de lâminas para observação ao microscópio seguindo os procedimentos disponíveis em Brown (2005), que foram previamente cedidos aos alunos e apresentados em Power Point, de que é exemplo o presente no Apêndice V.

Os alunos puderam discutir entre si as observações efetuadas, bem como se familiarizaram com o registo de observações e a identificação de estruturas. Para além

disso, a cooperação entre os elementos do grupo bem como o papel ativo dos alunos foi promovido, tendo sido um importante estímulo do desenvolvimento da autonomia dos alunos.

2.5.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas

No que se refere à intervenção para a abordagem ao tema “Magmatismo e Rochas Magmáticas”, esta realizou-se numa turma de 11ºano, através de uma atividade prática com recurso aos meios digitais. Após um levantamento de informação prévia através de entrevistas com o objetivo de recolher informação sobre as áreas em que os alunos frequentemente manifestam mais dificuldade dentro do tema, foram criadas ferramentas digitais para abordagem inicial à temática, como a disponível no Apêndice VI. Estas ferramentas encontravam-se *on-line* no *Moodle* da Escola Secundária de Rio Tinto (ESRT), sendo que os alunos poderiam livremente aceder à plataforma a partir de casa e responder aos *quizzes* as vezes que lhes parecem necessárias.

A escolha do *Moodle* como plataforma digital para disponibilização do material didático deveu-se ao facto de estar adaptado ao programa no qual os *quizzes* foram criados (*Hot Potatoes®*), para além de ser uma ferramenta com a qual os alunos já se encontravam familiarizados por terem recorrido a esta noutras disciplinas e noutras situações.

Depois de disponibilizados os jogos iniciais, foram sendo disponibilizados mais ao longo da leção do tema para que os alunos pudessem complementar o seu estudo com esta ferramenta.

Adicionalmente foi também criado um *Blogue* (Apêndice VII) com informação importante, assim como com curiosidades acerca do tema para que os alunos pudessem obter mais informações e colocar questões caso pretendessem.

No final da intervenção foi feito um levantamento da reação dos alunos face às ferramentas digitais disponibilizadas, quer quanto ao grau de adesão, quer quanto ao efeito das mesmas no apoio ao seu estudo, e também no que se refere às áreas em que depois da intervenção consideraram ter mais dificuldades dentro do tema.

Capítulo 3: Resultados, Análise e Interpretação

3.1. Estudo da Célula Bacteriana

Antes e após a concretização da atividade laboratorial implementada no âmbito deste projeto, a amostra foi sujeita a um inquérito por questionário, encontrando-se

descritas as técnicas de recolha e de análise de dados nas secções 2.2.1. e 2.3.1. deste documento.

Relativamente à análise e interpretação dos resultados (consultar apêndices VIII e IX) propriamente ditos, no que se refere a uma primeira questão (Q0) presente numa primeira parte do questionário em que era solicitado o desenho de uma célula bacteriana, registou-se no grupo experimental uma melhoria significativa ($Z=-3.99$; $p<0.001$; $d=1.46$) na qualidade das respostas. Contudo, esta tendência também foi verificada no grupo controlo ($Z=-4.03$; $p<0.001$; $d=1.35$), que não esteve exposto à atividade. Este resultado poderá dever-se ao facto de esta questão, isto é, de o reconhecimento dos componentes celulares de uma célula procariótica, ser basal na abordagem teórica exigida curricularmente, o que sugere que tanto o grupo controlo como o experimental tenham sido expostos a estas noções. Importa então discriminar e atentar no conteúdo das representações levadas a cabo pelos alunos. No grupo experimental, durante a fase de pré-teste, as representações englobam estruturas gerais comuns a um tipo de célula genérico como seja a representação e identificação de núcleo, citoplasma e membrana celular. Esta tendência é consistente no grupo controlo nesta fase. No entanto, quando analisado o conteúdo presente nos desenhos na fase de pós-teste, o tipo de representação que surge no grupo experimental difere do grupo controlo. O grupo experimental apresenta representações em que é clara a identificação de componentes específicos de células procarióticas, nomeadamente exemplificada pela ilustração de componentes celulares observados microscopicamente, tais como as inclusões lipídicas ou a cápsula, ou até mesmo representação de diferentes morfologias de células bacterianas, nomeadamente as observadas durante a atividade – bacilos e cocos. Estes resultados sugerem que esta conceptualização da célula bacteriana poderá ser, em parte, consequência da observação das estruturas celulares durante a atividade laboratorial. Adicionalmente, surgem ainda algumas representações, como por exemplo ribossomas, flagelo e/ou fímbrias que terão sido apreendidas teoricamente, pois ficam para além do limite de resolução do microscópio ótico. No grupo controlo esta tendência não se verifica, havendo ainda representações, e identificações, de núcleos organizados, não se verificando uma discriminação tão pormenorizada dos constituintes celulares presentes nas células procarióticas, como surgiu no grupo experimental. Neste grupo apenas se verifica a representação genérica de uma célula procariótica, ocorrendo representações que apenas contemplam a presença de nucleóide, a existência de um flagelo e a forma alongada da célula bacteriana, sendo esta a forma da célula bacteriana mais comumente representada nos manuais escolares.

Em parte complementar ao desenho da questão anterior, apresentou-se uma segunda questão (Q1: “Como defines bactéria?”), numa segunda secção do questionário. No que se refere à análise das respostas a esta questão, verifica-se que houve uma melhoria significativa no desempenho dos alunos do grupo experimental entre o pré-teste e o pós-teste ($Z=-3.96$; $p<0.001$; $d=1.57$). A tendência de melhoria da qualidade das respostas obtidas verifica-se também no grupo controlo ($Z=-2.82$; $p=0.01$; $d=0.69$). Apesar de esta tendência ser comum a ambos os grupos em estudo, registou-se uma diferença significativa da qualidade das respostas quando comparados ambos os grupos entre si na fase de pós-teste. Apesar de quando comparados os dois grupos em estudo na fase de pré-teste não se verificarem diferenças significativas entre eles ($Z(U)=316.5$; $p=0.13$; $d=0.24$), o desempenho dos alunos do grupo experimental é significativamente superior ao dos do grupo controlo no pós-teste ($Z(U)=219.5$; $p=0.002$; $d=0.74$).

Para o escrutínio das respostas dadas a esta questão, foi feita uma análise de conteúdo, como descrito na secção 2.3.1. deste documento. Por exemplo, a noção de que a célula bacteriana “apresenta núcleo não definido”, é referida pelos elementos do grupo experimental com uma frequência significativamente superior no pós-teste (16 (pós-teste vs. 11 (pré-teste); $\chi^2_{(1)}=12.07$; $p<0.001$), relativamente ao pré-teste. Esta tendência de aumento da frequência da noção analisada mantém-se no grupo controlo, o que não é surpreendente, pois o reconhecimento desta característica está previsto na abordagem ao tema curricular em que se insere este projeto. Importa referir que a diferença de desempenho entre os grupos em estudo se pode dever ao facto de a atividade prática levada a cabo com o grupo experimental contemplar a observação do material genético, isto é, cromossoma condensado, e não apenas a sua abordagem teórica. A par desta noção surge também a de “célula procariótica”, cuja ocorrência nas respostas dos elementos de ambos os grupos também registou um aumento significativo. Importou, também, detetar noções que poderão ter surgido como consequência direta da atividade implementada. Assim, exemplificam-se duas noções importantes que surgiram especificamente no pós-teste. A noção de que as bactérias podem apresentar-se “com cápsula – confere proteção” é referida por seis elementos do grupo experimental no pós-teste, quando no pré-teste não foi referida por nenhum dos alunos ($\chi^2_{(1)}=5.14$; $p=0.02$). No grupo controlo nenhum dos alunos refere esta noção, embora em ambos os grupos a existência deste componente celular tenha sido abordada do ponto de vista teórico. No entanto, uma das atividades laboratoriais realizadas com o grupo experimental incluiu a observação desta estrutura, o que parece ter contribuído para o reforço do reconhecimento da sua existência por parte dos alunos, complementado pelo reconhecimento da sua função. Uma outra noção que importa

referir é a percepção de que as bactérias são “sempre patogénicas”. De facto, no grupo experimental registou-se uma diminuição significativa da ocorrência desta noção no pós-teste face ao pré-teste ($\chi^2_{(1)}=4.17$; $p=0.03$). Este dado pode dever-se ao relacionamento estabelecido durante a atividade entre a existência, ou não, de cápsula numa célula bacteriana e a sua potencial virulência. Assim, os alunos do grupo experimental, reconhecendo que nem todas as bactérias possuem cápsula e que esta pode ser estar relacionada com a sua virulência, parecem ter admitido que nem sempre as bactérias se encontram associadas a patogenicidade. No grupo controlo não se registaram variações significativas na frequência desta noção ($\chi^2_{(1)}=2.25$; $p=0.13$).

No instrumento de recolha de dados usado, foi também solicitado aos inquiridos que escolhessem de entre uma série de fotografias de células ao microscópio, as que correspondiam a células bacterianas (Q2). O grupo experimental registou uma melhoria significativa da qualidade das respostas dadas ($Z=-3.50$; $p<0.001$; $d=0.81$). A tendência não se verifica no grupo controlo, cujas respostas não evidenciam uma melhoria significativa ($Z=1.77$; $p=0.07$; $d=0.37$). Este resultado reforça a indicação de que a melhoria registada no grupo experimental pode não se dever exclusivamente ao contacto visual que os alunos tiveram durante os diferentes momentos letivos com imagens, esquemas e fotografias de células, quer eucarióticas, quer procarióticas, o qual terá contribuído para o enriquecimento do seu conhecimento prévio e lhes terá permitido distinguir entre as imagens, mas que também será decorrente do impacto da atividade – os resultados revelam que os alunos do grupo experimental apresentam maior eficácia na distinção das células bacterianas dos restantes tipos de células apresentados.

Seguiu-se a terceira questão (Q3), da segunda parte do questionário, através da qual se pretendia avaliar a frequência aproximada do uso do microscópio ótico para o estudo da célula pelos alunos durante o seu percurso escolar. No grupo experimental registaram-se quatro ocorrências de alunos que revelaram nunca ter recorrido ao microscópio ótico durante as práticas letivas na fase de pré-teste. Após a realização da atividade, e tendo esta sido levada a cabo por todos os alunos, esta opção ficou reduzida a zero ocorrências no pós-teste. Importa refletir sobre este dado como fonte de informação quanto à sinceridade de resposta dos alunos, pois sugere que os alunos revelam um empenho na resposta ao questionário e cuidado na veracidade das suas respostas. Este é, portanto, um indício da validade das suas respostas.

A tendência, acima descrita, verificada neste caso para o grupo experimental, foi seguida pelo grupo controlo em que, na fase de pré-teste, dois alunos revelavam nunca ter utilizado o microscópio ótico em contexto de aula, tendo este número ficado reduzido a zero no pós-teste. Este resultado não se deve ao facto de terem participado na

atividade incluída neste projeto, mas por terem recorrido a técnicas de microscopia para o estudo da célula (eucariótica), como previsto curricularmente. O grupo experimental também realizou este tipo de observações, pelo que todas as condições foram mantidas equiparadas entre ambos os grupos, à exceção do tratamento específico previsto no âmbito deste projeto, apenas aplicado ao grupo experimental. De atentar na comparação entre o grupo controlo e o grupo experimental na seleção da opção que assinala uma frequência do uso do microscópio ótico em contexto escolar superior a cinco vezes: na fase de pré-teste o grupo experimental inclui duas ocorrências que assinalam esta opção *versus* duas ocorrências registadas pelo grupo controlo nesta mesma fase. No entanto, quando analisado o pós-teste, o grupo experimental regista dezoito ocorrências que surgem de alunos que selecionam esta opção *versus* onze ocorrências que surgem no grupo controlo. Estes dados revelam que, apesar de os alunos de ambos os grupos terem recorrido ao uso do microscópio ótico para o estudo da célula, o grupo experimental registou uma maior frequência no recurso a este tipo de prática, em parte devido a terem observado células bacterianas complementarmente às células eucarióticas observadas ao microscópio por ambos os grupos. Quer no grupo experimental, quer no grupo controlo, houve um aumento significativo na frequência de utilização deste instrumento ($M_{gexp}=-1.23$; $Dp_{gexp}=0.74$; $Z_{gexp}=-4.58$; $p<0.001$; $d=1.84$; $M_{gct}=-0.85$; $Dp_{gct}=0.77$; $Z_{gct}=-3.85$; $p<0.001$; $d=0.85$).

Posteriormente, encontravam-se incluídas no questionário afirmações com as quais os elementos da amostra deveriam manifestar a sua discordância ou concordância selecionando um valor numa escala ordinal de 1 a 5 (1-Discordo a 5-Concordo). Abaixo são apresentados os resultados (consultar apêndices VIII e IX) obtidos nas respostas a estas questões.

Relativamente à afirmação “Segundo investigações realizadas assume-se que as bactérias podem ter sido os primeiros seres colonizadores do Planeta Terra” (Q4.1.), o grupo experimental revela, no pós-teste, concordar com a afirmação ($M=4.87$; $Dp=0.35$; $Z=465$; $p<0.001$; $d=0.48$), sendo o valor mediano de resposta no pós-teste significativamente diferente do valor médio da escala (3), revelando confiança na resposta dada. A tendência mantém-se no grupo controlo ($M=4.48$; $Dp=0.89$; $Z=333,5$; $p<0.001$; $d=0.11$), sendo o valor mediano de resposta significativamente diferente de três, o que revela confiança, neste caso, em manifestar concordância com a afirmação Q4.1. Adicionalmente, apesar de não se registarem diferenças significativas entre o grupo controlo e o grupo experimental na fase do pré-teste ($Z(U)=371.5$; $p=0.527$; $d=0.30$), o mesmo não se verifica na fase de pós-teste. Quando analisados os dados do pós-teste, o grupo experimental difere do grupo controlo significativamente ($Z(U)=305$; $p=0.03$; $d=0.57$), no que se refere à manifestação da sua concordância com

esta afirmação. A confiança dos alunos pertencente ao grupo experimental em concordar com esta afirmação é reforçada no pós-teste, o que não aconteceu no grupo controlo.

Em relação à afirmação: “As bactérias apresentam uma grande diversidade no que se refere à sua morfologia” (Q4.2.), o grupo experimental revela confiança em concordar ($M=3.80$; $Dp=1.56$; $Z=286$; $p=0,01$; $d=0.04$) com a afirmação no pós-teste, pois o valor mediano de resposta é significativamente diferente de três, valor médio da escala. Importa referir que apesar de o grupo experimental revelar certeza em concordar com a afirmação, atentando no valor médio de resposta é possível reparar que as respostas se aproximam mais do valor três (valor médio da escala) do que do valor cinco (valor máximo da escala). Esta escolha pode dever-se ao facto de, apesar de os alunos teoricamente conhecerem a existência de diferentes morfologias de células bacterianas, terem apenas observado duas morfologias de células bacterianas, o que poderá ter influenciado esta resposta. A tendência verificada no grupo experimental não se verifica no grupo controlo ($M=3.32$; $Dp=1.32$; $Z=121$; $p=0.28$; $d=0.17$), que revela indecisão, ou incerteza, em concordar com afirmação no pós-teste. Assim, como em outras solicitações de manifestação de concordância presentes neste questionário, a escolha do valor três pode revelar uma indecisão ou uma falta de conhecimento preciso para revelar uma resposta, pelo que os alunos optam por um valor intermédio. Neste caso específico dos resultados obtidos face à afirmação 4.2., a escolha do valor 3 pelo grupo controlo pode de facto refletir uma destas situações (ou ambas), não tendo os alunos selecionado a opção disponível “Não sei” evitando um hipotético carácter pejorativo por considerarem que deveriam ter este conhecimento.

De seguida surge a afirmação “Calcula-se que a quantidade de bactérias colonizadoras do organismo humano seja 10 vezes maior que a quantidade de células do próprio corpo humano” (Q4.3.). Quando comparados os grupos em estudo entre si na primeira avaliação feita, pré-teste, não se registam diferenças estatisticamente significativas entre ambos ($Z(U)=344$; $p=0.30$; $d=0.46$). No entanto, os grupos registam diferenças significativas entre si no pós-teste ($Z(U)=149.5$; $p<0.001$; $d=1.25$). O grupo experimental revelou, no pós-teste, segurança em concordar ($M=4.41$; $Dp=0.87$; $Z=345.5$; $p<0,001$; $d=2.30$) com a afirmação. Esta tendência não foi seguida pelo grupo controlo ($M= 3.14$; $Dp=1.15$; $Z=103$; $p=0,74$; $d=1.11$) pois revelou indecisão na tomada de posição quanto à concordância com a afirmação. Assim, apesar de o conhecimento necessário para manifestar uma posição quanto à concordância, ou não, com esta afirmação ter sido referido durante as aulas de abordagem deste tema em ambos os grupos, devendo todos os elementos dos grupos em estudo possuir e mobilizar o conhecimento que lhes permite responder a esta questão, o grupo experimental revela

maior confiança em concordar com a afirmação. Este dado pode indicar que a atividade pode ter contribuído para um reforço e consolidação da informação teórica referida.

Uma outra afirmação prendia-se com “As superfícies de órgãos e sistemas com contacto direto com o exterior são colonizadas por bactérias” (Q4.4.). O grupo experimental revela confiança em concordar com a afirmação ($M=4.19$; $Dp=0.81$; $Z=276$; $p<0.001$; $d=0.94$), diferindo, o valor mediano de resposta, significativamente do valor três. O grupo experimental reforçou a sua certeza na seleção de opções que revelam concordar com a afirmação. Este resultado deve-se ao facto de na atividade a que o grupo experimental foi sujeito ter sido reforçada a ideia de ubiquidade das bactérias e da sua existência no corpo humano, que nem sempre constitui uma ameaça. A tendência registada no pós-teste pelo grupo experimental não é verificada no grupo controlo, em que é revelada incerteza em concordar com a afirmação ($M=3.57$; $Dp=1.04$; $Z=165$; $p=0.02$; $d=0.76$), pois o valor mediano de resposta não é significativamente diferente de três, valor médio da escala de Likert em questão. O grupo controlo revelou dúvida atendendo a que as respostas médias que se aproximam do valor 3, que como referido para questões anteriores pode revelar falta de conhecimento para manifestar opinião face ao proposto ou representar uma indecisão real perante a afirmação. Quando comparado o desempenho do grupo experimental com o do grupo controlo no pré-teste, não se registarem diferenças significativas ($Z(U)=365$; $p=0.51$; $d=0.02$) entre os grupos. No que diz respeito ao pós-teste, foram registadas diferenças significativas entre os grupos ($Z(U)=269$; $p=0.03$; $d=3.12$).

Seguiu-se nesta secção do questionário a afirmação (Q4.5.): “A comunidade de bactérias existente no organismo dos humanos é igual de indivíduo para indivíduo”. O grupo experimental revelou certeza em discordar com a afirmação ($M=1.27$; $Dp=0.58$; $Z=0.00$; $p<0.001$; $d=0$), sendo o valor mediano de resposta significativamente diferente de três, valor médio da escala. Esta tendência foi seguida pelo grupo controlo, que revelou também certeza em discordar ($M=1.70$; $Dp=1.20$; $Z=29$; $p<0.001$; $d=0.11$) da afirmação, apresentando-se o valor mediano de resposta significativamente diferente do valor três. No entanto, apesar de a tendência verificada no grupo experimental ter sido globalmente seguida pelo grupo controlo, como anteriormente referido, importa atentar nos valores médios de resposta. O valor médio ($M=1.70$; $Dp=1.20$), registado na escala de Likert para o grupo controlo na fase de pós-teste aproxima-se do valor dois (2), enquanto no grupo controlo se aproxima do valor um (1) ($M=1.27$; $Dp=0.58$). Estes valores indicam que a não concordância com a afirmação por parte do grupo controlo não foi tão sustentada como a que se verificou no grupo experimental, ou seja, o grupo controlo apresenta em média uma opinião menos segura do que o grupo experimental face à afirmação.

A discordância relativamente à afirmação era esperada, ou seja, face a esta afirmação que é cientificamente incorrecta, seria de esperar que os alunos não concordassem. Assim, os resultados revelam que, desde o início, os alunos já reconheciam que esta afirmação não estaria correta, o que será um reflexo de conhecimentos prévios que possuíam.

Relativamente à afirmação (Q4.6): “As técnicas de microscopia, nomeadamente microscopia ótica, são ainda hoje um importante meio de diagnóstico bacteriano”, o grupo experimental revela confiança em concordar ($M=4.27; Dp=1.20; Z=340.5; p<0.001, d=0.14$) com a afirmação, sendo o valor mediano de resposta significativamente diferente de três. A tendência é seguida pelo grupo controlo que revela concordar ($M=4.48; Dp=0.70; Z=300; p<0.001, d=0.01$) com a afirmação, correspondendo o valor mediano de resposta a um valor significativamente diferente de três.

Não se registaram diferenças significativas entre ambos os grupos em nenhum dos momentos de avaliação ($Z_{gexp}=-0.60, p=0.55, d=0.14; Z_{gct}=-0.03, p=0.98, d=0.01$). No entanto, é importante referir que as respostas dadas pelo grupo experimental visam a contemplação do valor quatro, presente na escala de Likert. Assim, mesmo antes da concretização da atividade, o grupo experimental reconhecia a importância deste tipo de técnicas. No entanto, aprofundando esta análise global, é possível perceber que no grupo experimental, a frequência da resposta que contempla a concordância total com esta afirmação aumenta no pós-teste ($n=19$ alunos) face ao pré-teste ($n=12$ alunos), tendência que não é seguida pelo grupo controlo, em que o número de elementos que assume concordar com esta afirmação diminui ($n=17$ alunos no pré-teste vs. $n=16$ alunos no pós-teste). Assim, pode concluir-se que a realização desta atividade contribuiu para uma perceção mais sólida da importância das técnicas de microscopia para diagnóstico bacteriano.

Numa última parte do questionário aplicado à amostra foi apresentada uma outra série de afirmações em que os inquiridos manifestavam a sua opinião em relação a três afirmações relacionadas com o trabalho prático laboratorial, o estudo da célula bacteriana e o uso de técnicas de microscopia ótica em contextos escolares, através de uma escala Likert de cinco pontos (1=Nada importante/interessante a 5=Muito importante/interessante). A primeira afirmação (Q5.1.) corresponde a: “Importância do trabalho prático laboratorial nas aprendizagens escolares”. O grupo experimental revelou certeza em considerar como importante ($M=4.90; Dp=0.31; Z=465; p<0.001; d=0.42$) o recurso ao trabalho laboratorial em contexto de aprendizagem, sendo que revela confiança em manifestar esta opinião pois o valor mediano de resposta é significativamente diferente de três. O grupo controlo seguiu a tendência do grupo experimental, manifestando a sua concordância ($M=4.93; Dp=0.27; Z=378;$

$p < 0.001$; $d = 0.50$) com a afirmação, sendo o valor mediano de resposta significativamente diferente de três, valor médio da escala. Apesar de não se ter verificado uma variação significativa ($Z = -1.71$; $p = 0.09$; $d = 0.42$) quando comparadas as respostas dadas ao pós-teste com as respostas dadas ao pré-teste por parte do grupo experimental, importou analisar o conteúdo das justificações dadas para o valor de importância atribuído. Os alunos do grupo experimental referiram no pós-teste que este tipo de dinâmica pode ajudar a compreender melhor a matéria ($n = 18$ alunos), é uma prática motivadora ($n = 3$ alunos), permite adquirir competências para situações futuras ($n = 1$ aluno) e perceber as dinâmicas de um laboratório de ciência ($n = 1$ aluno). Após a inventariação destas noções e sua análise, é perceptível que no que se refere à noção “ajuda a compreender melhor a matéria” houve no grupo experimental um aumento da frequência da ocorrência desta noção do pré-teste para o pós-teste ($n = 12$ vs. $n = 18$), enquanto no grupo controlo a frequência de ocorrência diminuiu ligeiramente ($n = 17$ vs. $n = 15$). Estes resultados sugerem que os alunos do grupo experimental reforçaram o reconhecimento do impacto positivo do trabalho laboratorial nas suas aprendizagens escolares, em particular no que se refere à atividade que realizaram. De notar também que o grupo experimental refere noções no pós-teste, não presentes no grupo controlo, como por exemplo, “Perceber dinâmicas de laboratórios de ciência” e “Permite adquirir competências para situações futuras”. Estes dados indicam que após a implementação da atividade prática o grupo experimental reforça percepções, com impacto no percurso académico futuro, que parecem não ser valorizadas pelos alunos do grupo controlo.

A segunda afirmação (Q5.2.) tinha por objetivo perceber a opinião dos alunos quanto ao “Interesse do estudo da célula bacteriana”. Relativamente a esta afirmação o grupo experimental revela concordar ($M = 4.52$; $Dp = 0.62$; $Z = 406$; $p < 0.001$; $d = 0.51$) com a afirmação sem reservas pois o valor mediano de resposta é significativamente diferente do valor médio da escala de que dispunham os inquiridos para responder à questão. Esta tendência foi seguida pelo grupo controlo que também revela confiança em concordar com a afirmação ($M = 4.19$; $Dp = 0.68$; $Z = 276$; $p < 0.001$; $d = 0.43$). Reforçando estes resultados, quando comparado o grupo controlo e o grupo experimental na fase de primeira avaliação, pré-teste, não se registavam diferenças significativas ($Z(U) = 314.5$; $p = 0.13$; $d = 0.23$) entre os dois grupos. No entanto, quando aperciados os resultados obtidos no pós-teste, o grupo experimental difere significativamente ($Z(U) = 288.5$; $p = 0.04$; $d = 0.52$) do grupo controlo. Estes dados permitem concluir que a ação dinamizada no âmbito deste projeto apresentou impactos significativos no que se refere à estimulação do interesse dos alunos. No pós-teste os alunos do grupo experimental atribuem uma maior importância ($M = 4.52$; $Dp = 0.62$) ao estudo da célula bacteriana, do que a que atribuíram antes da realização da atividade ($M = 4.07$; $Dp = 1.08$).

Esta variação pode ser justificada pela promoção do estudo da célula bacteriana levada a cabo pela atividade de carácter prático na qual o grupo experimental participou. Quando analisada a lista de noções registadas para justificação dos valores atribuídos relativamente à importância do estudo da célula bacteriana, verifica-se que há um aumento da frequência da ocorrência da noção “Conhecer a estrutura e a biologia da célula bacteriana” do pré-teste para o pós-teste no grupo controlo (3 alunos no pré-teste vs. 9 alunos no pós-teste). No entanto no grupo experimental há uma diminuição significativa da frequência (1 aluno no pré-teste vs. 0 alunos no pós-teste) desta noção ($\chi^2_{(1)}=5.14; p=0.02$). Esta evidência pode dever-se ao facto de os alunos do grupo experimental passarem a atribuir importância a outras dimensões, que surgem como noções presentes no pós-teste, tais como “Conhecer os perigos e os benefícios associados à presença de bactérias no corpo humano” (0 alunos no pré-teste vs. 2 alunos no pós-teste) ou “Importante para perceber fenómenos científicos (por exemplo: origem da vida)” (7 alunos no pré-teste vs. 11 alunos no pós-teste).

Por último, quando questionados sobre o “Interesse do uso de técnicas de microscopia ótica nas aulas” (Q5.3.) a frequência de ocorrência da atribuição do nível correspondente a “Muito Importante” por parte dos elementos do grupo experimental aumenta no pós-teste (24 alunos) face ao pré-teste (17 alunos), sugerindo que a atividade poderá ter contribuído para esta variação. Os alunos do grupo experimental revelam certeza ($Z=435; p<0.001$) em concordar ($M=4.79; Dp=0.48; Z=-1.42; p=0.15; d=0.16$) com a afirmação. A tendência é seguida pelo grupo controlo que também revela concordar ($M=4.67; Dp=0.48; Z=378; p<0.001; d=0.16$), revelando certeza na sua resposta atendendo a que o valor mediano de resposta não é significativamente diferente de três.

Apesar de não se registarem diferenças significativas ($Z=-1.42; p=0.15; d=0.16$) quando comparado o pós-teste com o pré-teste relativos ao grupo experimental, no contexto deste projeto é importante perceber que, ao realizarem atividades que envolvem técnicas de microscopia, os alunos reconhecem a sua importância, o que vem reforçar o objetivo da atividade proposta no que se refere à possibilidade de promover técnicas de trabalho laboratorial na escola. No grupo controlo também se regista um ligeiro aumento da frequência de ocorrência da escolha do valor 5 (16 alunos no pré-teste vs. 18 alunos no pós-teste) presumivelmente devido ao facto de também terem recorrido a técnicas de microscopia ótica para observação de células eucarióticas, como sugerido programaticamente.

As justificações redigidas no pós-teste pelo grupo experimental para a escolha de determinados níveis de importância foram inventariadas e correspondem a: “Diversifica o tipo de trabalhos práticos a realizar” (4 alunos), “Aquisição de

competências (ex.: observação, manuseio do microscópio e de materiais de laboratório); com implicações na vida futura” (4 alunos) e “Permite conhecer a estrutura das bactérias porque podem ser observadas pormenorizadamente” (9 alunos). Estas noções surgem quer no pré-teste quer no pós-teste sem diferenças significativas no aumento da sua frequência. No entanto é possível concluir que a justificação dada pelos alunos durante o pré-teste poderá ser consequência de experiências letivas prévias que visaram o estudo da célula com auxílio de técnicas de microscopia ótica. Essas experiências foram reforçadas pela ação educativa específica levada a cabo com o grupo experimental, e pela observação de células eucarióticas por partes do grupo controlo, surgindo as mesmas justificações no pós-teste.

Globalmente conclui-se que a atividade laboratorial implementada, divulgada durante uma comunicação oral no evento Hands-on Science 2014, apresentou um impacto positivo no que se refere à aprendizagem conceptual relacionada com a morfologia e fisiologia da célula bacteriana, tendo também permitido o desenvolvimento de capacidades e do espírito crítico dos alunos. Estas conclusões vão ao encontro de várias referências relativas a trabalhos laboratoriais como estratégia didática promotora do desenvolvimento conceptual, procedimental e atitudinal (Wellington, 2002; Hodson, 1994; Penn, Flynn, & Johnson, 2007; Fonseca & Tavares, 2011). No seu conjunto os elementos desta amostra revelam a atribuição de uma maior importância ao impacto do trabalho laboratorial ao nível da aquisição de competências laboratoriais, mais especificamente no reconhecimento de técnicas de microscopia e no manuseio do microscópio ótico.

3.2. Estudo de Magmatismo e Rochas Magmáticas

Esta secção dedica-se à explanação e análise dos resultados da investigação efetuada, sendo que os dados obtidos resultam do recurso às técnicas e instrumentos de recolha dos mesmos referidos na secção 2.2.2. deste mesmo documento. A análise e interpretação dos resultados obtidos é complementada com dados de observações livres realizadas pelo investigador no que se refere à dinâmica resultante da intervenção didático-pedagógica inerente a este estudo.

Os dados obtidos são utilizados para avaliar o contexto de aprendizagem do tema “Magmatismo e Rochas Magmáticas” através de uma intervenção que visa colmatar áreas de subaproveitamento.

Importa referir que atendendo à dimensão da amostra em estudo e às circunstâncias em que ocorreu a investigação, os resultados obtidos não são

generalizáveis, como justificado na secção 2.4. – A Amostra: Caracterização. No entanto, estes poderão servir como indicadores de tendências.

3.2.1. Resultados da avaliação diagnóstica

A tabela 1 apresenta os resultados obtidos através da análise de conteúdo das respostas obtidas por entrevista a uma amostra de 24 alunos do 12ºano de escolaridade referentes às áreas em que reconhecem ter apresentado maior dificuldade no 11ºano de escolaridade, aquando da abordagem do tema em questão neste estudo – “Magmatismo e Rochas Magmáticas”. Para a recolha de dados foram realizadas entrevistas livres, num grau intermédio de informalidade (Carmo & Ferreira, 2008), sobre as quais se elaboraram registos. O inquérito por entrevista levado a cabo nesta fase de pré-testagem teve por objetivo definir categorias a ter em conta na construção dos recursos didáticos digitais.

Tabela 1 - Resultados obtidos pela análise de conteúdo dos registos realizados durante entrevista a discentes do 12ºano de escolaridade, em que n=24 (n = nº de alunos respondentes).

Categoria de Conteúdos	
Categoria	Indicadores
Diagnóstico de Áreas de Subaproveitamento acerca do tema “Magmatismo e Rochas Magmáticas” <i>Entrevista a Discentes</i>	Ind.1 Contextualização tectónica do vulcanismo.
	Ind. 2 Diferenciação magmática.
	Ind. 3 Cristalizada fracionada.
	Ind. 4 Série de Bowen.
	Ind. 5 Ascensão magmática.
<i>Total de Indicadores Identificados</i>	5

Os dados obtidos e acima listados foram reforçados pela entrevista informal realizada junto dos docentes da disciplina de Biologia e Geologia que apontaram para conteúdos onde surgem frequentemente dificuldades dentro do tema científico em questão. As informações obtidas relativamente a áreas de subaproveitamento registam-se abaixo (Tabela 2), indo ao encontro do referido pela amostra de alunos do 12ºano de escolaridade previamente inquerida.

Tabela 2- Resultados obtidos pela análise de conteúdo dos registos realizados durante entrevista a docentes do grupo 520 - Biologia e Geologia.

Categoria de Conteúdos	
Categoria	Indicadores
Diagnóstico de Áreas de Subaproveitamento acerca do tema “Magmatismo e Rochas Magmáticas” <i>Entrevista a Docentes</i>	Ind. 1 Enquadramento tectónico do vulcanismo.
	Ind. 2 Diferenciação magmática.
	Ind. 3 Cristalizada fracionada.
	Ind. 4 Série de Bowen.
	Ind. 5 Ascensão magmática.
	Ind. 6 Composição dos magmas.
	Ind. 7 Dimensão temporal dos processos magmáticos.
<i>Total de Indicadores Identificados</i>	7

Interpretando os resultados obtidos nesta primeira fase de avaliação diagnóstica, percebe-se que há indicadores comuns referidos quer por Professores quer por Alunos. Estes foram então os correspondentes às áreas a incidir durante a ação didática prevista neste estudo.

De referir que algumas das áreas referidas são referentes ao tema do Magmatismo especificamente, como a Série de Bowen, a Diferenciação magmática ou a Cristalização Fracionada, mas também são referidos indicadores transversais ao entendimento geral da Geologia como sejam perceções das escalas temporal e espacial, a que ocorrem os diferentes fenómenos. O enquadramento tectónico é um outro indicador referido transversal à compreensão de outros conceitos no âmbito da Geologia. Daqui se depreendeu a intervenção seguinte prevista neste estudo deveria ser mais aprofundada nesta área com recursos a simulações, que podem por exemplo ser multimédia, na tentativa de ultrapassar as dificuldades dos alunos nestas zonas. Neste estudo incidiu-se em alguns dos indicadores recolhidos de uma forma abrangente, ou seja, não optando pela abordagem clássica destes temas, mas tentando encontrar as áreas relacionadas nas quais os alunos também revelassem dificuldades e que lhes impedem a compreensão dos fenómenos indicados.

3.2.2. Resultados da fase de aplicação

Conduzido pelos resultados obtidos na fase de avaliação diagnóstica foram elaborados os primeiros recursos digitais. Serviu esta primeira intervenção para uma avaliação diagnóstica dos elementos da amostra relativamente a conteúdos relacionados com o tema, lecionados em anos anteriores e de aplicação dos conteúdos abordados nas aulas. Da análise estatística descritiva simples das respostas ao inquérito por questionário digital, obtiveram-se os resultados listados na tabela 3, para cada uma das temáticas cujo objetivo era a sua avaliação.

Tabela 3- Resultados obtidos pela análise de conteúdo das respostas dadas ao primeiro questionário digital disponibilizado, em que n=24 (n = nº total de elementos da amostra em estudo).

Objetivo	Percentagem de classificações positivas	Média das Classificações obtidas	Percentagem de respondentes
I.Reconhecer as propriedades dos minerais.	75%	62,7%	100%
II.Reconhecer diferentes tipos de rochas magmáticas.	91,7%	82,1%	100%
III.Distinguir rochas magmáticas em função do ambiente de consolidação; Conhecer alguns dos minerais presentes nas rochas magmáticas	95,8%	78%	100%
IV.Compreender que a formação de magmas está associada a limites tectónicos, mas também a zonas intraplaca	84,2%	52,2%	79,2%
V.Associar o magma andesito ao contexto tectónico de formação.	85%	73,1%	83,3%
VI.Conhecer as rochas formadas por consolidação de magma estruído nos riftes oceânicos.	95%	90,8%	83,3%
VII.Conhecer fenómenos vulcânicos do tipo Hot Spot.	50%	35%	83,3%

No que se refere aos objetivos I, II e III, os quais se referem a questões em que em todos os elementos da amostra responderam, pretendia-se uma abordagem geral e global aos minerais, e às rochas magmáticas, com base no lecionado no 10ºano de escolaridade. Estas questões foram colocadas com objetivo de uma avaliação diagnóstica inicial da amostra, não sendo estes os pontos de alerta auscultados como áreas deficitárias e identificados no ponto 3.2.1. deste trabalho.

Particularizando merece especial cuidado o objetivo I pois a percentagem de positivas obtidas por resposta à questão que pretendia avaliar este mesmo objetivo é de 75%, no entanto a média das classificações obtidas é de 62,7% merecendo este tema um maior aprofundamento visto que reconhecer as propriedades dos minerais é um ponto crucial para que se entendam dinâmicas e ocorrências de fenómenos como a Série de Bowen. No que se refere aos objetivos II e II, pela análise da percentagem de respostas com classificação positiva, parecem não ser áreas a merecer uma incisão e insistência tão estruturada, visto, atendendo aos resultados, serem áreas em que os alunos não revelam subaproveitamento.

No que se refere às questões elaboradas para avaliação dos objetivos IV, V, VI e VII, estas foram elaboradas tendo em vista as áreas identificadas como de subaproveitamento, nomeadamente no que se relaciona com a contextualização

tectónica do vulcanismo referida pela amostra de alunos do 12ºano e pelos docentes do grupo 520 como área que importa abordar. Ao atendermos à percentagem de respondentes, esta diminui face às questões I, II e III o que pode corresponder a uma não resposta dos alunos por não dominarem o conteúdo ou pela não manifestação de vontade de resposta. Das classificações obtidas pelos discentes que manifestaram resposta, que salvaguardando não correspondem à totalidade da amostra mas sim a uma percentagem específica de respondentes, pois uma percentagem de elementos da amostra não apresentou resposta às questões como supra referido, no que se refere à avaliação do objetivo IV e VII registam-se classificações negativas (35%) ou apenas ligeiramente acima da positiva (52,2%), carecendo este tema de aprofundamento para esclarecimento de lacunas.

Assim, analisados estes resultados e elucidado pela informação recolhida e interpretada, surge o segundo dispositivo digital direcionado para que se colmatem áreas concretas, nomeadamente da estrutura dos minerais e do enquadramento tectónico do magmatismo, e se abordem direcionadamente as áreas indicadas pelos Docentes e alunos como de subaproveitamento. Para além do aprofundamento das temáticas por abordagem através dos *quizzes* digitais, os discentes dispunham de um *Blogue* de apoio ao estudo com publicações especificamente criadas e elaboradas na perspetiva do reforço destes mesmo temas diagnosticados como de baixa consolidação.

Os resultados da aplicação do segundo dispositivo digital encontram-se registados na tabela 4.

Tabela 4-Resultados obtidos pela análise de conteúdo das respostas dadas ao segundo questionário digital disponibilizado, em que n=24 (n = nº total de elementos da amostra em estudo).

Objetivo	Percentagem de classificações positivas	Média das Classificações obtidas	Percentagem de respondentes
I. Distinguir os diferentes tipos de rochas magmáticas.	75%	74,67%	83,3%
II. Interpretar a Série de Bowen.	89,50%	80,1%	79,2%
III. Relacionar os processos de polimerização que a Série de Bowen.	73.68%	60,15%	79,2%
IV. Conhecer a estrutura dos silicatos.	85%	71,62%	83,3%
V. Relacionar a estrutura dos silicatos com a Série de Bowen.	76,47%	77,9%	70,8%
VI. Conhecer a composição dos magmas.	100%	88,5%	79,2%
VII. Interpretar o enquadramento tectónico de formação de um magma.	60%	52,81%	83,3%

Importa começar por referir que a adesão dos alunos para responder às questões diminuiu globalmente, não havendo nenhuma questão em que 100% dos elementos da amostra tenha respondido. Decorrente de registos de observação, esta falta de motivação dos discentes para resposta aos *quizzes* digitais pode dever-se a algum insucesso escolar devido ao fraco investimento escolar dos elementos da amostra.

Nesta segunda abordagem às áreas de subaproveitamento pretendeu-se incidir sobre a Série de Bowen, e os processos que lhe estão relacionados nomeadamente sobre a estrutura dos minerais silicatados e o conceito de polimerização, e ainda sobre o enquadramento tectónico do magmatismo.

Analisando as classificações obtidas em resposta à questão que pretendia avaliar o objetivo II, dos 79,2% de alunos que responderam, a média de classificações obtidas numa questão que visava a interpretação da Série de Bowen de uma forma direta, foi de 80,1%. Comparativamente quando colocadas questões com objetivo de avaliar conceitos que lhe estão subjacentes como a polimerização (III), para a mesma percentagem de alunos respondentes, a média de percentagens positivas foi de 60,15%. Paralelamente na questão correspondente ao objetivo V, pretendeu-se avaliar a relação entre a estrutura dos silicatos e a Série de Bowen, o que também se caracteriza por ser um assunto relacionado mas não diretamente abordado e para uma percentagem de 70,8% de respondentes a média de classificações obtidas (77,9%) revela que este parâmetro carecerá de aprofundamento. Assim, pode concluir-se que em alguns destes casos a origem do subaproveitamento da temática pode residir em lacunas de conhecimentos de fenómenos relacionados, e que são essenciais para a sua compreensão, o seja, por exemplo para a compreensão total da Série de Bowen será também importante aprofundar a o estudo do fenómeno de polimerização e da estrutura dos silicatos.

Interpretando os resultados obtidos na fase de aplicação, que englobou duas fases principais de intervenção didático-pedagógica, conclui-se essencial a abordagem dos conceitos base para a compreensão dos fenómenos magmáticos de abordagem obrigatória segundo o programa curricular em vigor. Por exemplo, foi perceptível que os alunos revelaram dificuldades no entendimento da Série de Bowen, mas também foi perceptível que os alunos não dominam conceitos como o de polimerização e a estrutura dos silicatos, assim como a relação entre estas duas variáveis. Assim, torna-se para os discentes difícil compreender a dinâmica inerente à Série de Bowen, que pretende representar um fenómeno da Natureza dinâmico e em que vários são os fatores intervenientes. Neste sentido os alunos quando colocados perante questões que se destinavam à abordagem clássica da Série de Bowen, que apenas implicavam conhecimento enciclopédico, obtêm melhores classificações do que quando deparados

com questões que pretendem relacionar fenómenos de outras áreas disciplinares, que se revelam essenciais.

Com a ação levada a cabo neste estudo, os alunos contactaram com conceitos que foram progressivamente aprofundados e reforçados com documentos extra e tarefas extra, nomeadamente com animações e informações no *Blogue* construído no âmbito deste projeto, para que se reforçassem conceitos base e se tentassem colmatar conseqüentemente as áreas em que os alunos revelam as dificuldades.

3.2.3. Resultados da avaliação formativa

Nesta fase analisam-se os resultados obtidos pela análise de conteúdo das respostas dados pela amostra em estudo, constituída por 24 alunos do 11ºano de escolaridade, no que se relaciona com às áreas em que reconhecem apresentar dificuldades. Para a recolha de dados foram realizados inquéritos por questionário e o registo de informações recolhidas através de entrevistas com médio grau de informalidade.

As áreas em que os alunos reconhecem sentir dificuldade nesta fase, pós intervenção encontram-se listadas na tabela 5.

Tabela 5-Resultados obtidos pela análise de conteúdo dos registos obtidos por inquérito por questionário durante e a discentes do 11ºano de escolaridade, em que n=24 (n = nº de alunos respondentes; fa = frequência absoluta; fr = frequência relativa).

Categoria de Conteúdos			
Categoria	Indicadores	Frequência de Conteúdos	
		fa	fr
Conteúdos acerca do tema "Magmatismo e Rochas Magmáticas"	Ind. 1 Série de Bowen.	6	0,29
	Ind. 2 Identificar o tipo de magma.	3	0,14
	Ind. 3 Estrutura dos Silicatos.	3	0,14
	Ind. 4 Polimerização.	3	0,14
	Ind. 5 Nenhuma dificuldade.	6	0,29
	<i>Total</i>	21	1

Ao analisar os indicadores identificados nas respostas dadas pelos elementos da amostra, pode concluir-se que algumas das áreas de subaproveitamento identificadas são comuns às inicialmente diagnosticadas, como por exemplo a Série de Bowen, mas os alunos especificam também dificuldades em áreas como a estrutura dos silicatos e a polimerização, o que vai ao encontro do referido na secção anterior em que a incompreensão dos fenómenos identificados como áreas de dificuldade está relacionado com o não domínio de outros fenómenos, com relação com estes. Uma análise mais prolongada permitiria identificar mais áreas relacionadas com os temas de

subaproveitamento, ação não possível de levar a cabo com este estudo atendendo ao tempo disponível. De reparar que a área referente ao enquadramento tectónico do magmatismo não foi referida como área em que os alunos identificam ter dificuldades, pelo que poderá ter sido colmatada pela intervenção didático-pedagógica inerente a este estudo.

Quando questionados sobre a utilidade dos recursos didáticos digitais no seu processo de aprendizagem, 21 elementos referem que foi útil apresentando justificações como as passíveis de consulta no Apêndice X, que contemplam o potenciamento da interatividade, da motivação, do interesse. Referem ainda que constituiu um apoio ao estudo, na interpretação de conteúdos e na revisão dos temas. Completam ainda referindo que foi útil na compreensão de temáticas em que revelam mais dificuldade e que o exercício digital a que responderam lhes permitia autorregular o seu estudo, monitorizando as dificuldades e apercebendo-se dos conteúdos já aprendidos e dos conteúdos a rever.

Quando questionados por entrevista acerca do *Blogue* criado para apoio ao estudo, referem que se tornou útil e que consultaram por forma a procurarem esclarecer algumas das questões levantadas quando da resposta aos desafios propostos através do *Moodle*.

Interpretando os resultados obtidos na fase de avaliação formativa, é importante referir que os alunos para além de identificarem as áreas de dificuldades, genericamente coincidentes com as referidas na fase de diagnóstico, revelam mais especificamente dificuldades nas áreas que são basais para a compreensão desses mesmos fenómenos. Isto revela que os alunos, quando deparados com temas que se relacionam indiretamente com a compreensão dos fenómenos exigida, e que devem dominar para poderem compreender os conteúdos exigidos para abordagem no tema, também não os dominam havendo uma fraca consolidação de conteúdos estruturantes. Esta conclusão é válida para a amostra em estudo mas pode servir de indicador e de alerta para abordagem deste tema.

De referir que pela versatilidade associada aos recursos multimédia é possível identificar, abordar e ajudar a colmatar áreas de subaproveitamento, com um trabalho contínuo e profundo. Uma vantagem associada a este tipo de recurso de aprendizagem prende-se com a motivação que lhe está associada e que tem um impacto positivo nos discentes. Contudo esta intervenção deve sempre ser complementada com entrevistas e auscultações interativas entre o investigador-docente e os discentes para que se reúnam esforços e se incidam cirurgicamente sobre as áreas necessárias.

Concluindo, foi possível identificar algumas das áreas em que os discentes revelam subaproveitamento dentro do tema “Magmatismo e Rochas Magmáticas”

previsto curricularmente para abordagem no 11ºano, e também compreender que a origem dessas dificuldades reside no não domínio de conceitos estruturantes, na maioria das vezes relacionados com áreas científicas paralelas mas essenciais para a compreensão de determinados fenómenos geológicos.

3.2.4. Cumprimento dos objetivos propostos

Definiu-se como objetivo geral deste estudo o de identificar as áreas de subaproveitamento no tema Magmatismo e Rochas Magmáticas e a sua origem, através de uma ação educativa que recorreu ao uso de ferramentas digitais. O recurso a ferramentas digitais foi uma metodologia conseguida e que funcionou no contexto em que a ação deste estudo foi desenvolvida pois foi possível com o auxílio destas, complementado com inquéritos por entrevista, identificar áreas de subaproveitamento e interpretar possíveis origens das mesmas. Com uma ação pedagógica continuada foi também possível ir auscultando a amostra no sentido de detetar dificuldades e colmatá-las com recurso a dinâmicas direcionadas e construídas por forma a que os discentes consolidassem conceitos base e colmassem as áreas em que as dificuldades foram identificadas.

Os objetivos de específicos de investigação definidos para este estudo visavam a identificação das áreas de subaproveitamento no que se refere ao tema Magmatismo e Rochas Magmáticas, a construção de instrumentos digitais para colmatar algumas das áreas de subaproveitamento escolar e a auscultação da origem das dificuldades.

No que se refere à identificação das áreas de subaproveitamento considera-se cumprido o objetivo pois o levantamento efetuado visou um cruzamento de dados entre docentes e discentes. A entrevista e recolha de dados para cumprimento deste objetivo junto dos docentes revelou-se crucial pois o seu conhecimento científico e o domínio dos programas curriculares permitiu uma identificação e chamada de atenção para áreas especificamente abordadas nas práticas letivas previstas para o referido tema, mas também permitiu conhecer o ponto de situação no que se refere aos conhecimentos e competências exigidas a este nível, revelando que áreas científicas paralelas e relacionadas com o tema, necessárias ao seu entendimento, não estão previstas abordar. O levantamento levado a cabo junto dos docentes foi importante para obter uma perceção por parte de uma amostra de alunos que abordaram a temática, e foram sujeitos a avaliação, nomeadamente a nível nacional, sobre a mesma.

O objetivo de construção de instrumentos digitais foi também cumprido pelo que assim se conseguiram abordar as áreas de subaproveitamento e exercer ações didáticas e pedagógicas progressivas no sentido de as colmatar, cumprido um outro

objetivo proposto para este estudo. No que se refere à auscultação da origem das dificuldades, para além do alerta prévio por parte dos docentes, através de momentos letivos propositadamente criados para tal foi notório durante a execução deste estudo que os alunos não compreendem temas como a Série de Bowen, mais especificamente, porque a origem das suas dificuldades exige a compreensão de fenómenos e conceitos de áreas relacionadas, da física e da química por exemplo, que não foram abordadas durante o seu percurso escolar e/ou nas quais também revelam dificuldades.

Assim, num balanço global, consideram-se os objetivos inicialmente propostos cumpridos com este estudo. De ressaltar que considerando um o período de estudo mais extenso do que o do presente estudo, o cumprimento dos objetivos e o estabelecimento de outros poderia ser aprofundado.

Capítulo 4: Considerações Finais

4.1. Limitações do Estudo

Após a concretização deste estudo, algumas limitações foram identificadas que devem ser tidas em conta. Uma limitação importante refere-se ao tempo disponível para a realização da investigação. O facto de a investigação estar sujeita aos tempos letivos e da concretização das diferentes componentes do projeto estar condicionada pelas dinâmicas escolares e curriculares, influenciou e limitou algumas das intervenções previstas no decorrer da investigação.

Um outro fator limitante pretende-se com o número de elementos constituintes da amostra disponível. Decorrente do contexto em que esta investigação foi implementada, o número de elementos encontra-se condicionado, não permitindo alcançar amostras mais extensas que favorecessem generalizações. Para além disso, a amostra em estudo no decorrer desta intervenção educacional caracteriza-se por ser de conveniência, de maneira a que a aleatoriedade de seleção da amostra não é conseguida.

4.2. Implicações para a docência

Paralelamente ao seu contributo para a aprendizagem dos alunos, este estudo também contribuiu para o desenvolvimento profissional na área da docência pretendido com o desenvolvimento do projeto proposto para este estudo.

Ao implementar o trabalho prático como estratégia de ensino permitiu-se um desenvolvimento na área da docência, nomeadamente de monitorização das atividades práticas, da sua preparação e da sua aplicação.

A concretização deste estudo visou a criação de um momento letivo importante para o enriquecimento profissional pois foi envolto de um ambiente de aprendizagem e de ensino de carácter particular e onde variáveis específicas devem ser consideradas. Adicionalmente, este deu oportunidade ao futuro docente de perceber e operacionalizar alguns recursos de que dispõe, adaptados à realidade escolar nos seus meios e recurso, permitiu perceber a importância da interdisciplinaridade e da cooperação entre pares de trabalho e o desenvolvimento de competências na área científico-didática da docência e no desenvolvimento da comunicação escrita e oral recorrendo a terminologia adequada do ponto de vista científico e didático.

Importa também referir que as dinâmicas inerentes a este estudo permitiram uma integração na comunidade escolar e nas dinâmicas escolares o que se revelou também muito positivo.

Concluindo, este trabalho promoveu competências na implementação de estratégias de ensino, especificamente através do desenvolvimento de atividades laboratoriais e da utilização de recurso a recursos multimédia no ensino, com as quais se pôde familiarizar, avaliar o impacto da sua aplicação em contexto de sala de aula e refletir sobre formas de otimização das mesmas.

4.3. Sugestões para investigações futuras

Para futuras investigações, seria importante a realização deste mesmo estudo recorrendo a uma amostra com um maior número de indivíduos, a fim de se poderem recolher mais dados com vista a refletir e comparar com os dados obtidos nesta investigação. Para além disso, seria também importante realizar este estudo num maior espaço de tempo, ou seja, tentar que a intervenção fosse mais longa e que permitisse a construção de mais instrumentos e a complementação da ação com técnicas de recolha de dados mais diversificados.

No que se refere à componente de Biologia deste estudo, em investigações futuras, a aplicação do trabalho prático laboratorial segundo os procedimentos seguidos nesta investigação, poderá ser acompanhada de técnicas de observação rigorosas, tendo em conta que a observação deve incluir uma seleção de informação pertinente, através dos órgãos sensoriais e com recurso à teoria e à metodologia científica, a fim de poder descrever, interpretar e agir sobre realidade em questão (Carmo & Ferreira, 2008). Para o registo das observações efetuadas, poderá ser construído um guião de observação com critérios úteis e necessários, mas não excessivamente abundantes de modo a não originar um excesso de informação, de difícil manipulação e interpretação, resultando numa reduzida utilidade. Para a construção destes critérios podem ser usados dados obtidos neste relatório que podem funcionar como indicadores,

permitindo que o investigador não corra o risco de colecionar informação inútil, mas sim de recolher informação pertinente para o estudo.

Nomeadamente no que se refere à componente de Geologia, uma intervenção mais prolongada permitiria a construção de mais materiais didáticos digitais a fim de abordar outras perspetivas da temática, assim como trabalhar outras áreas de conteúdos diagnosticadas como áreas de subaproveitamento. Tendo em consideração que os alunos se mostraram motivados e revelaram uma clara intenção e interesse no estudo baseado em sistemas informáticos, seria de facto pertinente explorar a possibilidade de os alunos estudarem as temáticas curriculares com um apoio digital contínuo, de uma forma que permitisse o intercâmbio opiniões e dúvidas *on-line*. Neste sentido poderia ser avaliado o empenho e grau de participação demonstrado pelos alunos. Um outro conteúdo que se revelou muito importante de abordar futuramente refere-se ao Tempo Geológico, dimensão sobre a qual os alunos devem ter uma perceção mais profunda.

Capítulo 5: Referências Bibliográficas

- AERD statistics. (2013). *McNemar's test using SPSS*. Obtido em 24 de agosto de 2014, de McNemar's test using SPSS: <https://statistics.laerd.com/spss-tutorials/mcnemars-test-using-spss-statistics.php>
- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2007). *Molecular Biology of the Cell - Fifth Edition*. United States of America: Garland Science.
- Andre, T., & Windschitl, M. (1998). Using Computer Simulations to Enhance Conceptual Change: The Roles of Constructivist Instruction and Student Epistemological Beliefs. *Journal of Research in Science Teaching*, VOL. 35, NO. 2, 145–160.
- Asthana, H., & Bhushan, B. (2007). *Statistics for Social Sciences: With SPSS Application*. New Delhi: PHI Learning Pvt. Ltd.
- Becker, H. (2000). How exemplary computer-using teachers differ from other teachers: Implications for realizing the potential of computers in schools. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 1(2), 291-321.
- Black, T. R. (1999). *Doing Quantitative Research in the Social Sciences: An Integrated Approach to Research Design, Measurement and Statistics*. London: SAGE publications.
- Bozzola, J. J., & Russell, L. D. (1999). *Electron Microscopy - Second Edition*. Canada: Jones and Bartlett Publishers, Inc.
- Brown, A. (2005). *Benson's microbiological applications: laboratory manual in general microbiology - Ninth edition*. McGraw-Hill.
- Byrnes, M. E. (2009). *Field Sampling Methods for Remedial Investigations: Second Edition*. United States of America: CRC Press Taylor & Francis Group.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciências e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Carmo, H., & Ferreira, M. M. (2008). *Metodologia da Investigação - Guia para Auto-Aprendizagem (2ª Edição)*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Cohen, B. H. (2013). *Explaining Psychological Statistics*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Coutinho, C. P. (2014). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática - 2ª Edição*. Coimbra: Edições Almedina, S.A.
- Explorable.com. (15 de Março de 2009). *Explorable.com - Wilcoxon Signed Rank Test*. Obtido em 24 de agosto de 2014, de Explorable.com - Wilcoxon Signed Rank Test: <https://explorable.com/wilcoxon-signed-rank-test>.

- Fanèovièová, J., & Prokop, P. (2006). Students' Ideas About The Human Body: Do they really draw what they know? *Journal of Baltic Science Education*, No. 2 (10), 86-95.
- Fonseca, M. J., & Tavares, F. (2011). Natural Antibiotics: A Hands-on Activity on Garlic's Antibiotic Properties. *The American Biology Teacher*, 342-346.
- Fonseca, M. J. (2012). *Effectiveness of Innovative Resources to Promote Biotechnology Education at Elementary School and High School*. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Frost, B., & Frost, C. (2014). *Essentials of Metamorphics and Igneous Petrology*. United States of America: Cambridge University Press.
- Hays, D., & Singh, A. (2012). *Qualitative Inquiry in Clinical and Educational Settings*. New York: The Guilford Press.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Hurlbut, C. S., & Sharp, W. (1998). *Dana's Minerals and How to Study Them - Fourth Edition*. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Infopédia. (2014). *polimerização*. In *Infopédia - Porto Editora*. Obtido em 3 de julho de 2014, de polimerização. In Infopédia - Porto Editora: [http://www.infopedia.pt/\\$polimerizacao](http://www.infopedia.pt/$polimerizacao)
- Jackson, S. (2014). *Statistics Plain and Simple - Third edition*. United States of America: Wadsworth - Cengage Learning.
- Jerram, D., & Petford, N. (2011). *The Field Description of Igneous Rocks - Second Edition*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Junqueira, L., & Carneiro, J. (2005). *Biologia Celular e Molecular - 8ª Edição*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A.
- Kim, B. H., & Gadd, G. M. (2008). *Bacterial Physiology and Metabolism*. New York - USA: Cambridge University Press.
- Köse, S. (2008). Diagnosing Student Misconceptions: Using Drawings as a Research Method. *World Applied Sciences Journal* 3 (2), 283-293.
- Leite, L. (2000). O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In Sequeira, M. et al. (org.). Trabalho prático e experimental na educação em ciências. *Braga: Universidade do Minho*, 91 - 108.
- Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C., Krieger, M., Bretscher, A., Ploegh, H., Scott, M. (2013). *Molecular Cell Biology, 7th edition*. New York: W. H. Freeman and Company.

- McDonald, J. H. (2009). *Handbook of Biological Statistics - Wilcoxon signed-rank test*.
 Obtido em 24 de agosto de 2014, de Handbook of Biological Statistics - Wilcoxon signed-rank test: <http://udel.edu/~mcdonald/statsignedrank.html>
- Mendes, A., & Rebelo, D. (2011). Trabalho Prático na Educação em Ciências. Em *cadernos pedagógicos do centro de formação de associação de escolas dos concelhos de ilhavo, vagos e oliveira do bairro* (pp. 3-9). CENTRO DE FORMAÇÃO DE ASSOCIAÇÃO DE ESCOLAS DOS CONCELHOS DE ÍLHAVO, VAGOS E OLIVEIRA DO BAIRRO.
- Ministério da Educação. (26 de setembro de 2001). Programa de Biologia e Geologia - 10º ou 11º anos - Curso Científico-Humanístico de Ciências e Tecnologias. Portugal: Ministério da Educação - Departamento do Ensino Secundário.
- Ministério da Educação e da Ciência - Gabinete da Secretária de Estado do Ensino Básico e Secundário. (18 de Novembro de 2011). Despacho normativo n.º 14/2011 - Republicação do Despacho Normativo n.º 1/2005, de 5 - II — Processo de avaliação - Avaliação diagnóstica. 45723 - 45728. Diário da República, 2.ª série — N.º 222.
- Ministério da Educação e da Ciência. (5 de Julho de 2012). Decreto-Lei n.º 139/2012 - Artigo 24.º - Modalidades de avaliação. 3476 - 3491. Diário da República, 1.ª série — N.º 129.
- Miranda, G. L. (2007). *Limites e possibilidades das TIC na educação* (Vol. 03). Lisboa: Sísifo. Revista de Ciências da Educação.
- Monroe, J., Wicander, R., & Hazlett, R. (2007). *Physical Geology: Exploring the Earth, Sixth Edition*. Belmont, USA: Thomson Brooks/Cole.
- Murphy, D. B. (2001). *Fundamentals of Light Microscopy and Electronic Imaging*. Canada: Wiley-Liss, Inc.
- Penn, R., Flynn, L., & Johnson, P. (2007). Building a Successful Middle School Outreach Effort: Microscopy Camp. *Journal of Chemical Education*, 84 (6), 955-960.
- Pipkin, B., Trent, D. D., Hazlett, R., & Bierman, P. (2011). *Geology and The Environment 6e*. USA: Brooks/Cole Cengage Learning.
- Press, F., & Siever, R. (2006). *Understanding Earth - 5th Edition*. New York: W. H. Freeman and Company.
- Prodanov, C., & Freitas, E. (2013). *Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Académico - 2ª Edição*. Rio Grande do Sul: Universidade Feevale.
- Punch, K. F. (2009). *Introduction to Research Methods in Education*. Londres: SAGE Publication, Ltd.

- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (1995). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Paris: Gradiva.
- Reiss, M., Tunnicliffe, S., Andersen, A., Bartoszeck, A., Carvalho, G., Chen, S., Rooy, W. (2002). An international study of young peoples' drawings of what is inside themselves. *Journal of Biological Education*, 36 (2), 58-64.
- Ruppert, D. (2004). *Statistics and Finance: An Introduction*. United States of America: Springer-Verlag New York - LLC.
- Schopf, J. W. (1992). *Major Events in the History of Life*. United States of America: Jones & Bartlett Publishers, Inc.
- Schreier, M. (2012). *Qualitative Content Analysis in Practice*. Londres: SAGE Publications Ltd.
- Sheskin, D. (2004). *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures: Third Edition*. United States of America: Chapman & Hall/CRC.
- Silva, C. P., Amador, F., Baptista, J. F., & Valente, R. A. (2 de abril de 2003). Ministério da Educação: Departamento do Ensino Secundário - Programa de Biologia e Geologia 11º ou 12º anos: Componente de Geologia. Portugal: Ministério da Educação: Departamento do Ensino Secundário.
- Singh, Y., & Nath, R. (2007). *Research Methodology*. New Delhi: APH Publishing Corporation.
- Stille, D. (2008). *Igneous Rocks - From fire to stone*. Minneapolis: Compass Point Books.
- Taber, K. S. (2012). *Alternative conceptions*. Obtido em 19 de junho de 2014, de Exploring Conceptual Learning, Integration and Progression in Science Education: Alternative conceptions: <https://camtools.cam.ac.uk/wiki/eclipse/Alternative%20Conception.html>
- Weathington, B., Cunningham, C., & Pittenger, D. (2010). *Research Methods for the Behavioral and Social Sciences*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Wellington, J. (2000). Teaching and learning secondary science. 16-31. Londres: Routledge.
- Wellington, J. (2002). *Secondary Science: Contemporary Issues and Practical Approaches*. Routledge.

Apêndice II

	Grupo Experimental			Grupo Controlo		
	Shapiro-Wilk			Shapiro-Wilk		
	F(x)	df	p	F(x)	df	p
Grupo I - Pré-teste	0,37	10,00	0,00	0,78	6,00	0,03
Grupo I - Pós-teste	0,53	10,00	0,00	0,64	6,00	0,00
Grupo II, P1 - Pré-teste	0,59	10,00	0,00	0,77	6,00	0,03
Grupo II, P1 - Pós-teste	0,86	10,00	0,07	0,64	6,00	0,00
Grupo II, P2 - Pré-teste	0,90	10,00	0,21	0,98	6,00	0,96
Grupo II, P2- Pós-teste	0,81	10,00	0,02	0,84	6,00	0,13
Grupo II, P3 - Pré-teste	0,73	10,00	0,00	0,87	6,00	0,21
Grupo II, P3- Pós-teste	0,59	10,00	0,00	0,64	6,00	0,00
Grupo II, P4.1 - Pré-teste	0,51	10,00	0,00	0,85	6,00	0,17
Grupo II, P4.1- Pós-teste	0,37	10,00	0,00	0,64	6,00	0,00
Grupo II, P4.2 - Pré-teste	0,73	10,00	0,00	0,75	6,00	0,02
Grupo II, P4.2- Pós-teste	0,72	10,00	0,00	0,91	6,00	0,42
Grupo II, P4.3 - Pré-teste	0,89	10,00	0,17	0,91	6,00	0,42
Grupo II, P4.3- Pós-teste	0,37	10,00	0,00	0,96	6,00	0,82
Grupo II, P4.4 - Pré-teste	0,80	10,00	0,02	0,77	6,00	0,03
Grupo II, P4.4- Pós-teste	0,78	10,00	0,01	0,85	6,00	0,17
Grupo II, P4.5 - Pré-teste	0,37	10,00	0,00	0,50	6,00	0,00
Grupo II, P4.5- Pós-teste	0,53	10,00	0,00	0,50	6,00	0,00
Grupo II, P4.6- Pré-teste	0,82	10,00	0,03	0,67	6,00	0,00
Grupo II, P4.6- Pós-teste	0,79	10,00	0,01	0,50	6,00	0,00
Grupo II, P5.1- Pré-teste	0,59	10,00	0,00	0,56	22,00	0,00
Grupo II, P5.1- Pós-teste	0,37	10,00	0,00	0,22	22,00	0,00
Grupo II, P5.2- Pré-teste	0,82	10,00	0,03	0,81	22,00	0,00
Grupo II, P5.2- Pós-teste	0,66	10,00	0,00	0,79	22,00	0,00
Grupo II, P5.3- Pré-teste	0,66	10,00	0,00	0,65	22,00	0,00
Grupo II, P5.3- Pós-teste	0,51	10,00	0,00	0,61	22,00	0,00
Parte II, P1 - Pré-teste	0,59	10,00	0,00	0,64	22,00	0,00
Parte II, P1 - Pós-teste	0,64	10,00	0,00	0,74	22,00	0,00
Parte II, P2 - Pré-teste	0,66	10,00	0,00	0,73	22,00	0,00
Parte II, P2 - Pós-teste	0,37	10,00	0,00	0,70	22,00	0,00

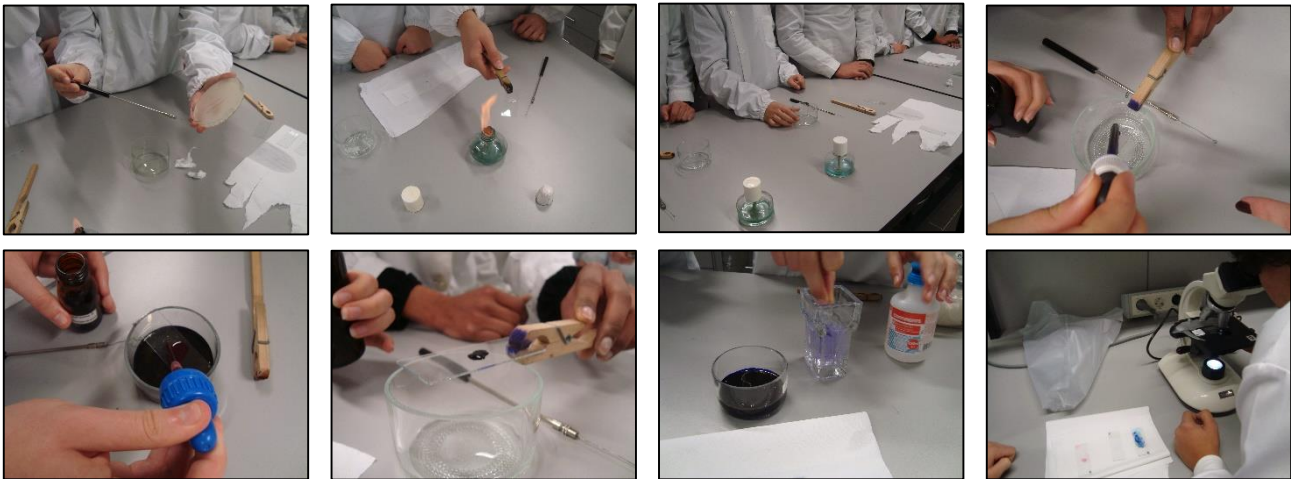
Apêndice III

Grupo II – A célula bacteriana e a Microscopia ótica




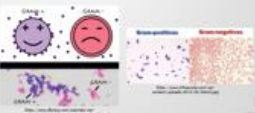

1) Como defines bactéria?

Critério	Valores
Sem resposta.	99
Só noções incorretas.	0
Uma ou duas noções	
Mais noções incorretas do que corretas.	0
Apenas uma noção correta. Duas noções corretas e uma incorreta.	1
Três ou mais noções	
Mais noções incorretas do que corretas. Mesma quantidade de noções corretas ou incorretas.	2
Duas noções corretas e nenhuma incorreta. Mais noções corretas do que incorretas.	3
Três ou mais noções corretas e nenhuma incorreta (noções relacionadas com a morfologia e filogenia bacteriana; Ex: microrganismos, procarionte)	4
Três ou mais noções corretas e nenhuma incorreta (inclui noções relacionadas com a fisiologia e atividade bacteriana; Ex: patogenicidade, resistência a antibióticos)	5

Apêndice IV



Apêndice V

<h3>AS COLORAÇÕES</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Coloração simples - coloração de toda a célula (coloração positiva) ou do fundo (coloração negativa). • Coloração diferencial - coloração com combinação de corantes que permite distinguir diferentes tipos celulares. • Coloração estrutural - coloração de apenas uma parte da célula realçando-a do restante microrganismo. 	<h3>PREPARAÇÕES A VISUALIZAR</h3> <ul style="list-style-type: none"> • Coloração de Gram (coloração diferencial). • Coloração da Cápsula (coloração estrutural e negativa). • Coloração do Nucleóide (coloração estrutural). • Coloração de Inclusões Lipídicas (coloração estrutural). 	<h3>MICROORGANISMOS A OBSERVAR</h3> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Klebsiella pneumoniae</i> LM6 2095 - <i>Bacillus subtilis</i> 168 B6SC 1a1 - <i>Bacillus licheniformis</i> B6SC 5a1 - <i>Bacillus</i> sp.  <p>Nota: Estas bactérias não são perigosas para a saúde. Contudo a sua manipulação deve ser cuidadosa.</p>
<h3>COLORAÇÃO DE GRAM</h3> <p>VAMOS OBSERVAR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observa ao MOC as preparações previamente realizadas relativas à coloração de Gram. • Regista no teu caderno o que observas. 	<h3>VAMOS FAZER: COLORAÇÃO DA CÁPSULA</h3> <p>Procedimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 - Colocar uma gota de água e uma gota de tinta da china separadas numa lâmina limpa. 2 - Retirar com uma ansa de metal a amostra da placa (a ansa deve ser previamente esterilizada à chama). 3 - Misturar, com ajuda da ansa, a amostra com a gota de água em movimentos elípticos. 4 - Misturar com a gota de tinta da china também em movimentos elípticos. 5 - Fixar as células pelo calor. 6 - Corar as células bacterianas do seguinte modo: <ol style="list-style-type: none"> a) Azul de metileno - 1 minuto b) Água destilada - 3 segundos 6 - Deixar secar ao ar e observar ao microscópio. 	<h3>COLORAÇÃO DO NUCLEÓIDE</h3> <p>VAMOS OBSERVAR:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observa ao MOC as preparações previamente realizadas relativas à coloração do nucleóide. • Regista no teu caderno o que observas. 

Apêndice VI

Agrupamento de Escolas de Rio Tinto N.º 3
Escola Secundária de Rio Tinto

Atualizar Perfil As minhas disciplinas Sair



Informação Escolar Apoio Técnico

Moodle ESRT > > Testes "Hot Potatoes" > Fenómenos Magmáticos

Fenómenos Magmáticos

O Geólogo Completa!

Preenche todas as lacunas. Em seguida, pressiona "Verificar" para verificar as tuas respostas. Usa o botão "Pista" para obter uma letra, se estiveres com dificuldade. Podes também clicar no botão "[?]" para obter uma frase de ajuda. Mas atenção: perdes pontos ao pedir sugestões ou pistas!

Os fenómenos magmáticos encontram-se associado a limites [?] e [?] entre placas tectónicas. No entanto, alguns destes fenómenos não têm relação direta com processos que ocorrem nos limites [?].

Apêndice VII

Magmatismo e Rochas Magmáticas

"Rochas Ígneas: Sólidos que se formam a partir de material fundido" (Press & Siever, 2006)

sexta-feira, 21 de Março de 2014

Contextualização Geotectónica do Magmatismo

Os magmas são, geralmente, gerados em locais onde ocorre uma forte atividade tectónica. O magmatismo é um processo geológico que se encontra intimamente ligado à mobilidade da litosfera e ocorre maioritariamente associado aos limites das placas. Porém, existem fenómenos de magmatismo que não ocorrem nestes limites.

<p>Vulcões de arco de ilha, Java, Indonésia</p>	<p>Vulcão de ponto quente, Parque Nacional dos Vulcões, Havai</p>	<p>Vulcão de margem continental, Monte Rainier, Washington, EUA</p>
<p>SUBDUÇÃO EM PLACA COM ARCO DE ILHA</p>	<p>PLACA DIVERGENTE</p>	<p>Placas Convergentes</p>
<p>Vulcão de arco de ilha</p> <p>Zona de subdução</p>	<p>Dorsal mesoceânica</p> <p>Vulcão de ponto quente</p>	<p>Zona de subdução</p> <p>Vulcão de margem continental</p>

Escola Secundária de Rio Tinto

Sabias que...

A razão que leva uma garrada de refrigerante agitada a explodir quando de é aberta, é a mesma razão pela qual um vulcão explode!

O gás dissolvido, geralmente CO₂, exerce uma pressão confinamento maior, alcançando um valor tão elevado que a result sobre a câmara de magma não consegue mais suportar. A rápida libertação de pressão faz com que o magma, constituído por material rochoso fundido e gás, ascenda diminuindo a câmara de magma e alcançando a superfície. À semelhança de que acontece com a abertura de uma garrada de refrigerante agitada, em que o líquido se espalha e dispersa para fora da garrada e para o chão.

Apêndice VIII

Grupo Experimental x Grupo Controlo

		Experimental		Controlo		Teste de Mann-Whitney		Effect size
		<i>M</i>	<i>Dp</i>	<i>M</i>	<i>Dp</i>	<i>Z(U)</i>	<i>p</i>	<i>Cohen's d</i>
Q0	Pré-teste	2.03	0.61	1.37	0.84	241.50	0.00	0.90
	Pós-teste	3.47	1.25	2.78	1.22	253.00	0.01	0.56
Q1	Pré-teste	1.33	1.02	1.56	0.94	316.50	0.13	-0.24
	Pós-teste	3.06	1.17	2.24	1.03	219.50	0.00	0.74
Q2	Pré-teste	1.83	1.91	1.92	1.92	389.50	0.80	-0.05
	Pós-teste	3.80	2.85	2.85	2.64	320.50	0.17	0.32
Q3	Pré-teste	2.30	0.79	2.37	0.74	387.50	0.76	-0.08
	Pós-teste	3.57	0.57	3.22	0.75	305.00	0.08	0.43
Q4.1.	Pré-teste	4.63	0.61	4.37	1.04	372.50	0.53	0.30
	Pós-teste	4.87	0.35	4.48	0.89	305.00	0.03	0.57
Q4.2.	Pré-teste	3.85	1.28	3.54	1.30	339.00	0.28	0.24
	Pós-teste	3.80	1.56	3.32	1.32	304.00	0.09	0.33
Q4.3.	Pré-teste	2.42	0.86	2.04	0.80	344.00	0.31	0.46
	Pós-teste	4.41	0.87	3.14	1.14	149.50	0.00	1.25
Q4.4.	Pré-teste	3.23	1.19	3.28	3.57	365.00	0.51	-0.02
	Pós-teste	4.19	0.81	3.57	1.04	269.00	0.03	3.12
Q4.5.	Pré-teste	1.27	0.58	1.84	1.17	296.00	0.03	-0.61
	Pós-teste	1.27	0.58	1.70	1.20	341.00	0.19	-0.46
Q4.6.	Pré-teste	4.12	1.00	4.47	0.84	310.50	0.10	-0.38
	Pós-teste	4.27	1.20	4.48	0.70	400.50	0.93	-0.21
Q5.1.	Pré-teste	4.72	0.52	4.74	0.45	402.00	0.95	-0.04
	Pós-teste	4.90	0.30	4.93	0.27	382.00	0.49	-0.09
Q5.2.	Pré-teste	4.07	1.08	3.85	0.86	314.50	0.13	0.23
	Pós-teste	4.52	0.62	4.19	0.68	288.50	0.04	0.52
Q5.3.	Pré-teste	4.57	0.55	4.58	0.62	393.00	0.83	-0.02
	Pós-teste	4.79	0.48	4.67	0.48	351.00	0.26	0.25

M=Média; *Dp*= Desvio Padrão; *Z(U)*= Teste de Mann-Whitney (teste de amostras independentes); *p*= valor de significância (intervalo de confiança=95%); *Cohen's d*=teste de "Effect size".

Apêndice IX

Pré-teste x Pós-teste

		Diferença de médias		Teste de Wilcoxon		Effect size	Teste de Wilcoxon*							
		<i>M</i>	<i>Dp</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>	<i>Cohen's d</i>	Pré-teste		Pós-teste					
							<i>Z*</i>	<i>p*</i>	<i>Z*</i>	<i>p*</i>				
Q0	Experimental	-1.44	1.41	-3.99	0.00	-1.46								
	Controlo	-1.41	1.08	-4.03	0.00	-1.35								
Q1	Experimental	-1.73	1.59	-3.96	0.00	-1.57								
	Controlo	-0.68	1.13	-2.82	0.01	-0.69								
Q2	Experimental	-1.97	2.52	-3.50	0.00	-0.81								
	Controlo	-0.93	2.57	-1.77	0.08	-0.37								
Q3	Experimental	-1.27	0.74	-4.58	0.00	-1.84								
	Controlo	-0.85	0.77	-3.85	0.00	-0.85								
Q4.1.	Experimental	-0.23	0.50	-2.33	0.02	-0.48					406.00	0.00	465.00	0.00
	Controlo	-0.11	1.45	-0.64	0.52	-0.11					240.00	0.00	333.50	0.00
Q4.2.	Experimental	0.05	1.77	-0.13	0.90	0.04					264.50	0.01	286.00	0.00
	Controlo	0.22	1.37	-0.42	0.68	0.17					212.00	0.07	121.00	0.28
Q4.3.	Experimental	-1.99	1.17	-4.57	0.00	-2.30					254.50	0.01	345.50	0.00
	Controlo	-1.09	1.22	-3.34	0.00	-1.11					14.50	0.00	103.00	0.74
Q4.4.	Experimental	-0.96	1.18	-3.44	0.00	-0.94	189.50	0.11	276.00	0.00				
	Controlo	-0.30	1.41	-0.75	0.45	0.76	189.00	0.19	165.00	0.023				
Q4.5.	Experimental	0.00	0.59	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				
	Controlo	0.13	1.54	-0.46	0.65	0.11	22.50	0.00	29.00	0.00				
Q4.6.	Experimental	-0.15	1.41	-0.60	0.55	-0.14	325.00	0.00	340.50	0.00				
	Controlo	-0.16	0.96	-0.03	0.98	-0.01	297.00	0.00	300.00	0.00				
Q5.1.	Experimental	-0.17	0.57	-1.71	0.09	-0.42	435.00	0.00	465.00	0.00				
	Controlo	-0.19	0.48	-0.19	0.06	-0.50	378.00	0.00	378.00	0.00				
Q5.2.	Experimental	-0.46	0.92	-2.71	0.01	-0.51	312.00	0.00	406.00	0.00				
	Controlo	-0.34	1.00	-1.92	0.06	-0.43	212.50	0.00	276.00	0.00				
Q5.3.	Experimental	-0.22	0.71	-1.43	0.15	-0.42	435.00	0.00	435.00	0.00				
	Controlo	-0.08	0.57	-0.70	0.49	-0.16	325.00	0.00	378.00	0.00				

M=Média; *Dp*= Desvio Padrão; *Z*= Teste de Wilcoxon (teste de amostras emparelhadas); *p*= valor de significância (intervalo de confiança=95%); *Cohen's d*=teste de "Effect size"; *r*=correlação "effect size"; *Z**= Teste de Wilcoxon (teste de uma amostra); *p**= valor de significância (intervalo de confiança=95%).

Apêndice X

2- Consideras que os jogos digitais te ajudam a estudar a matéria?

Sim Não

2.1. – Porquê?

Os jogos digitais ajudaram-me a estudar a matéria porque eram jogos sobre toda a matéria, sobre as rochas magmáticas e, por isso, ajudavam por exemplo a definir os conceitos e a ter uma noção do que sabia ou não.

2- Consideras que os jogos digitais te ajudam a estudar a matéria?

Sim Não

2.1. – Porquê?

Pois é uma forma mais divertida de entender os conceitos dados nas aulas. Também é uma forma de entender as partes das matérias em que temos mais dúvidas.

2- Consideras que os jogos digitais te ajudam a estudar a matéria?

Sim Não

2.1. – Porquê?

Porque é uma maneira diferente de estudar a matéria, acho mais interessante e divertido.