



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

Uma viagem Paleontológica e Paleoambiental no Jurássico Superior do Cabo Mondego

O trabalho de campo e as tecnologias de informação e comunicação no desenvolvimento de competências em Geociências

Rui Jorge Sousa Simões

Mestrado de Ciências da Terra

Setembro, 2013



UNIVERSIDADE DE COIMBRA
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Departamento de Ciências da Terra

Uma viagem Paleontológica e Paleoambiental no Jurássico Superior do Cabo Mondego

O trabalho de campo e as tecnologias de informação e comunicação no desenvolvimento de competências em Geociências

Rui Jorge Sousa Simões

Mestrado em Ciências da Terra

Orientadores científicos

Prof. Doutor Pedro Callapez, FCTUC, Universidade de Coimbra
Prof. Doutora Celeste Gomes, FCTUC, Universidade de Coimbra

Setembro, 2013

RESUMO

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) são ferramentas poderosas no ensino-aprendizagem das ciências. O presente trabalho discute e avalia a integração das TIC na vertente da utilização do Google Earth® como ferramenta TIC de reforço de aprendizagens associadas a aulas de campo com roteiro específico, numa unidade didática da disciplina de Biologia e Geologia do ensino secundário. A unidade do Tema I do programa de 10º ano selecionada – “As rochas contam a história da Terra” – versa sobre temas de Paleontologia e de história da Terra, no quais, com a ferramenta TIC selecionada, os conteúdos abordados podem ser observados e quase “tocados” pelos alunos em contexto de sala de aula, o que permite ultrapassar muitas das questões logísticas e financeiras com que a maioria das escolas tem em lidar quanto a aulas de campo. A metodologia seguida na investigação baseia-se na construção de um Recurso Didático de TIC, roteiro em Google Earth®, que incide sobre as temáticas referidas a partir de exemplos observados e estudados dentro do espaço geográfico do Cabo Mondego, no troço que medeia entre a Pedra da Nau e o Teimoso. Esta região, assente em unidades geológicas sedimentares, ricas e diversificadas em conteúdo paleontológico, constitui um recurso geo-natural ideal para estudos de Paleontologia. Deste modo, elabora-se uma resenha científica das principais formações que compõem a coluna sedimentar regional, acompanhada por informação gráfica dos principais fósseis e outras evidências paleontológicas com maior interesse didático/pedagógico para as finalidades pretendidas, um roteiro TIC e um roteiro de aula de campo. A construção destes materiais teve como principais objetivos: (i) promover o desenvolvimento de utilização das TIC; (ii) sensibilizar para a capacidade de observação e recolha de dados em Ciência; (iii) promover o trabalho cooperativo em Ciência; (iv) desenvolver a capacidade de interpretação e análise comparativa de dados de campo de ambientes atuais, como uma ferramenta para a reconstrução paleoambiental em Ciências da Terra e (v) sensibilizar para a importância científica dos fósseis de fácies, suas características taxonómicas e tafonómicas (fossilização). O roteiro TIC é integrado num estudo de caso que envolve duas turmas do 10º ano com características similares (idade, relação entre a percentagem de rapazes e raparigas, sucesso escolar e origem no concelho da Figueira da Foz). O roteiro virtual foi explorado em ambiente letivo prévio com um grupo à aula de campo, permanecendo o outro como grupo de controlo, em que apenas realizou aula de campo com roteiro sem aplicação prévia do roteiro TIC. Após avaliação efetuada por um teste diagnóstico e por um pós-teste, verifica-se que os resultados do grupo que utilizou as TIC como recurso de aprendizagem não foram superiores, de forma significativa, considerando-se que a aula de campo em si e o grau de aprendizagens significativas transportadas do ensino básico, tenham minimizado o impacto do efeito da ferramenta TIC. Não obstante, a utilização das TIC como recurso educativo no ensino da Paleontologia conduz a aprendizagens mais significativas, ao nível de maiores índices de motivação pela disciplina e pelos seus conteúdos, especialmente quando estes envolvem aulas de campo.

Palavras chave: Cabo Mondego; Jurássico Superior; TIC pelo Google Earth®; Trabalho de Campo; Reconstituição Paleoambiental.

ABSTRACT

The Technologies of Information and Communication (TIC) are mighty tools in the teaching-learning of sciences. The present work intends to discuss and evaluate the integration of TIC with the use of Google Earth® as a tool for reinforcement learning associated to fieldwork classes with a specific itinerary. This research has been included in a specific educational unity from the discipline of Biology and Geology of the secondary teaching. The selected unit from the Subject I of the 10th year program – “The rocks tell the history of Earth” – focuses subjects of Palaeontology and history of the Earth, whose contents can be easily developed with the selected TIC tool. Actually, they can be observed and almost “touched” by the pupils in a classroom context, and this can be used to reduce many limitations of organization and financial nature, that most schools feel when they have to deal with field classes and visits with fieldwork. The methodology followed in the investigation is based on the construction of a TIC tool, namely a Google Earth® itinerary based on the above-mentioned themes, who starts from examples observed and studied within the geographical space of the Cape Mondego (Figueira da Foz, West Central Portugal). This itinerary follows seashore area located between the “Pedra da Nau” cliff and the strata exposed southwards, in front of the Teimoso restaurant. This trip shows several geological units with sedimentary strata of Late Jurassic age, as part of a large monoclinical structure dipping to the South. These units record a succession of several marginal-marine, lagoonal and deltaic palaeoenvironments with a rich and diversified paleontological content, and constitutes an ideal geo-natural resource for studies on Palaeontology. In this way, a detailed review of the main units that compose the local stratigraphic column was undertaken, and followed by graphic information about fossils and other evidence with higher educational/ pedagogic interest for the proposed finalities, as well as a TIC itinerary and a classroom itinerary of fieldwork. The construction of these materials had as main objectives: (i) to promote the development of TIC, (ii) to improve skills of observation and data collection in Science, (iii) to promote cooperative work in Science, (iv) to develop the ability to interpret and analyze comparative field data in of modern environments as a tool to paleoenvironmental reconstructions in Earth Sciences, and (v) to emphasize the scientific importance of facies fossils and their taxonomic and taphonomic characteristics (fossilization). The TIC tool was used in a case study that involved two 10th year groups with similar characteristics (age, relative percentage of girls and boys, success in education and home location in the municipality area of Figueira da Foz). The first group explored the tool in a school environment previous to the field classroom, while the other was used as a control group that made the same field class, but without prior application of the TIC tool. After evaluation effectuated by a diagnostic test and a post test, it was noted that the results of the group that used the TIC as a learning tool were not higher from a statically point of view. This fact can be explained by the field class itself, in the two groups, but also by the degree of significant learns transported from the previous basic teaching level. These limitations in the control group have minimized the impact of the effect of the TIC tool. Nevertheless we consider that a concise use of TIC as an educative resource in the teaching of Palaeontology, leads to more significant apprenticeships, increasing motivation rates in this discipline and its contents, especially when it involves fieldwork.

Key-words: Fieldwork; Figueira da Foz; Paleoenvironmental Reconstruction; TIC by Google Earth®; Upper Jurassic.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Pedro Callapez que pelo seu amor ao Cabo Mondego e o seu exemplo de vida na preservação como geomonumento natural, nacional e internacional, agradeço o desafio para o estudo das implicações do uso das TIC no ensino/aprendizagem da Paleontologia, pela orientação científica sempre presente, formativa e paciente, pela possibilidade de trabalhar com Paleontologia de primeira linha por ser conhecedor exímio da região e do seu legado paleontológico, acrescentado a uma atualização permanente em temas de natureza didático-pedagógica. Em suma, pelos seus ensinamentos e interrogações, além de uma paciência, tolerância e capacidade para o perdão, o tornam um ser humano exemplar, tendo sido as motivações maior para o tomar forma desta dissertação,

À Professora Doutora Celeste Gomes, pela dedicação à formação de professores ao longo dos anos, e ao longo dos últimos dois de discussões pedagógicas, pelo encorajamento e disponibilidade permanentes, pela abertura com que sempre acolheu as dúvidas e, sobretudo, pela sua compreensão e exemplo de coragem de vida, o nosso profundo reconhecimento, num canto especial do coração.

Ao José Manteigas e ao Carlos Portela pela formação no Google Earth® e sua aplicação aos recursos científicos selecionados.

Ao João Oliveira, Matilde Azenha e Carmo Barros pelo incentivo permanente em momentos de insegurança, pela cedência pronta de vários materiais e pela disponibilidade que sempre tiveram para discutir alguns assuntos do trabalho.

À Paula, Margarida e Marta pela articulação disciplinar e amizade permanente.

Aos alunos o centro do meu trabalho.

Aos meus pais e Irmã pela vida, amor e apoio permanente.

A Francisco de Assis e ao Isidoro, mano que decidiu partir cedo, pelos momentos de caminhada difícil, exemplos de coragem e opção de vida.

“Ó glorioso Deus Altíssimo, ilumina as trevas do meu coração, concedei-me uma fé verdadeira, uma esperança firme e um amor-perfeito. Dai-me Senhor, o reto sentir e conhecer, a fim de que possa cumprir o sagrado encargo que na verdade acabais de dar-me. Amen”

Resumo	(i)
Abstract	(iii)
Agradecimentos	(v)

ÍNDICE

I. INTRODUÇÃO	17
1.1. Âmbito, objetivos e espaço geográfico do estudo	17
1.2. Programas curriculares, as Geociências e as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC)	22
1.3. Metodologia e estrutura do trabalho	23
II. O AMBIENTE INFORMAL, O CAMPO E AS TIC	25
2.1. Introdução	25
2.2. O ambiente informal e a valorização das aprendizagens	26
2.3. Aulas de campo em Ciências da Terra	30
2.4. As valências do trabalho colaborativo	34
2.5. As valências da utilização das TIC	35
III. ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO	39
3.1. Introdução	39
3.2. Conteúdos sobre o paleoambiente sedimentar em aula de campo	43
3.3. Caracterização litostratigráfica, sedimentológica e paleontológica dos estratos aflorantes	46
3.3.1. “Complexo Carbonoso”	50
3.3.2. “Calcários Hidráulicos”	62
IV. APLICAÇÕES PEDAGÓGICAS E MULTIMÉDIA	64
4.1. Introdução	64
4.2. Planificação	64
4.3. Roteiro virtual pelo Google Earth® e <i>Webquest</i> orientado de exploração	67
4.3.1. Estrutura e conteúdo do roteiro virtual em formato KMZ	69
4.3.2. Estrutura contendo <i>Webquest</i> de exploração do Google Earth®	73
4.3.3. Organização e estrutura do roteiro de aula de campo	74

V. METODOLOGIAS E SUA AVALIAÇÃO	75
5.1. Introdução	75
5.2. Metodologia de avaliação	75
5.3. Resultados e sua análise	76
5.4. Considerações finais	79
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
ANEXOS	92
ANEXO I. Certificação em formação em Google Earth® e Recursos Educativos Digitais	93
ANEXO II. Roteiro <i>Webquest</i>	94
ANEXO III. Roteiro para aula de campo	99
ANEXO IV. Teste diagnóstico / Pós-teste	108

ÍNDICE DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1.1. Localização geográfica da área abrangida pelo projeto de intervenção.	19
Figura 1.2. Pormenor da seção (a) da figura 1.1.	20
Figura 1.3. Panorâmica do troço das arribas exploradas virtualmente e no campo.	21
Figura 2.1. Exemplos de tipos de aprendizagem.	27
Figura 2.2. A essência de educação em ciência, tecnologia e sociedade.	28
Figura 2.3. As três vertentes em educação científica em Ciências da Terra e sua relação com as aprendizagens dos alunos.	30
Figura 2.4. Componentes do espaço novidade.	32
Figura 2.5. Organização do modelo de ensino em espiral.	33
Figura.6. Enquadramento do Google Earth® e tecnologia Quadro Interativo multimédia em sala de aula.	37
Figura 3.1. Localização geográfica no seio da Orla Meso-Cenozóica do Cabo Mondego.	39
Figura 3.2. Esboço geológico da Orla Meso-Cenozóica Ocidental Portuguesa.	40
Figura 3.3. Excerto da folha 19-C da Carta Geológica (1:50.000).	41
Figura 3.4. Organização do espaço geográfico das arribas da Pedra da Nau, com uma panorâmica de Norte para Sul.	43
Figura 3.5. Reconstituição paleogeográfica e paleoecológica da laguna do Cabo Mondego durante o Jurássico superior (Oxfordiano Superior).	44
Figura 3.6. Enquadramento geológico e metodológico do projeto segundo o excerto referido na figura 3.3.	45
Figura 3.7. Enquadramento da seção de arriba estudada.	46
Figura 3.8. Panorâmica geral, vista de Sul, das unidades litoestratigráficas.	47
Figura 3.9a. Esboço resumido da evolução lítica e litostratigráfica.	48
Figura 3.9b. Legenda específica da figura 3.9a.	49
Figura 3.10. Aspeto geral das camadas basais do “Complexo Carbonoso”.	51
Figura 3.11. Pormenor do topo da Pedra da Nau com conteúdo fossilífero evidente.	51
Figura 3.12. Pormenor comparativo de radíola de <i>Hemicidaris</i> sp.	52
Figura 3.13. Variações regressivas de fácies demonstradas a partir de evidências de associações fossilíferas.	53
Figura 3.14. Aspeto das variações de fácies na base do “Complexo Carbonoso”.	54
Figura 3.15. Evidências fossilíferas da base do “Complexo Carbonoso”.	55
Figura 3.16. Pavimentos monotípicos de bivalves salobros, em pormenor.	55

Figura 3.17. Panorâmica da base do “Complexo Carbonoso” com associações fossilíferas e aplicação do princípio do atualismo.	56
Figura 3.18. Aspetos das bancadas inferiores ricas em bivalves de água salobra sobrepostas por lignite.	57
Figura 3.19. Leitões de lenhite no seio de margas associadas à presença de paleocanais de drenagem fluvio-deltaica.	57
Figura 3.20. Evidências de uma zona lagunar, com formas de enchimento de canais fluviais e estratos carbonosos ricos em fragmentos vegetais.	58
Figura 3.21. Panorâmica e localização da pegada tridáctila de <i>Megalosaurus</i> sp.	59
Figura 3.22. Pormenor das marcas de ondulação com parte de contramolde de impressão de um dinossauro.	60
Figura 3.23. Análise comparativa entre o contramolde da pegada tridáctila e outros moldes descobertos na proximidade.	60
Figura 3.24. Pormenor de um provável molde descoberto na proximidade, em bancadas inferiores do “Complexo Carbonoso”.	61
Figura 3.25. Organização do “Complexo Carbonoso”.	62
Figura 3.26. Pormenor das bancadas dos “Calcários Hidráulicos”.	63
Figura 4.1. A estrutura de aprendizagem do projeto de intervenção.	64
Tabela I. Proposta de planificação da intervenção.	65
Figura 4.2. Planificação esquemática da intervenção baseada em aula de campo virtual e real.	66
Figura 4.3. Excerto das possibilidades do Google Earth® nos afloramentos selecionados.	68
Figura 4.4. Excerto da organização da informação do ficheiro KMZ com evidências para o conteúdo.	70
Figura 4.5. Suporte digital onde se inclui o roteiro digital e materiais associados à sua construção.	73
Figura 4.6. A equipa disciplinar responsável pela elaboração do roteiro de campo.	74
Figura 5. Resultados globais e comparativos da aplicação do instrumento de validação.	77

A educação exige os maiores cuidados, porque influi sobre toda a vida.

“Sêneca”

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

“A qualidade sobre a quantidade, o significado sobre a memorização e a compreensão sobre o conhecimento.”

(Mintzes, Wandersee & Novak, 2000)

Se me pedissem uma frase para sintetizar o construtivismo, apesar de extremamente redutora, muito provavelmente esta seria a minha eleita e a que, de certo modo, inspira o presente projeto de investigação, o qual passo a apresentar. Este vai de encontro à principal finalidade dos novos programas, quer de Ciências Naturais quer de Geologia e Biologia, em que a aprendizagem da Ciência deve ser entendida como um processo ativo em que o aluno desempenha o papel principal de construtor do seu próprio conhecimento (Galvão *et al.*, 2001; Amador *et al.*, 2001; 2003), devendo ser uma aprendizagem em Ciência, com Ciência e pela Ciência.

1.1. Âmbito, objetivos e espaço geográfico do estudo

A Paleontologia é claramente uma disciplina científica que apresenta a dupla valência de interligar a Biologia e Geologia, para além de os seus conteúdos interdisciplinares serem extremamente apelativos aos alunos, quer ao nível do Ensino Básico, quer no Ensino Secundário. Assim, o programa de Ciências Naturais do 7º ano de escolaridade, especificamente na transição dos temas organizadores: (I) “Terra no Espaço” e (II) “Terra em transformação”, respetivamente nas unidades temáticas “A Terra como sistema” e “A Terra conta a sua história” (Galvão *et al.*, 2001) é útil na construção de uma noção de multidisciplinaridade entre a Biologia e a Geologia, tarefa para a qual os programas do Ensino Secundário são mais díspares, mas que é complementado pela sensibilidade dos Docentes para estabelecerem esta ligação tão importante do sistema Terra e Uniformitarismo, aplicada no ensino das Ciências da Terra, quer ao nível do Tema I da Geologia de 10º ano, unidade “As rochas contam a história da Terra” (Amador *et al.*, 2001), ou ainda do Tema IV da Geologia de 11º ano – “Processos e Materiais Geológicos importantes em Ambientes Terrestres, subunidade “Rochas Sedimentares, Arquivos Históricos da Terra” (Amador *et al.*, 2003).

Ora Portugal é “...país rico de fósseis desde tempos que antecedem o início da Era Paleozóica, há cerca de 600 milhões de anos.” (Antunes, 2000, p. 55). Desta forma, considerando esta vasta base operacional, abundante e multidiversificada do ponto de vista taxonómico, estratigráfico e paleoambiental, o presente trabalho pretende aproveitar como

estudo de caso, um dos sítios mais emblemáticos da geologia do Mesozóico de Portugal, revelando aspetos ainda inéditos e propondo estratégias de intervenção educativa para o afloramento exposto nas arribas frente à fábrica de cal hidráulica da Cimpor (Carmargue), implantada e recém-desativada no perímetro do antigo Couto Mineiro do Cabo Mondego. Este troço em concreto insere-se na espessa sucessão sedimentar do Jurássico da Serra da Boa Viagem (Ruget-Perrot, 1961; Rocha *et al.*, 1990, 1991; Soares *et al.*, 1995; Duarte, 1995), maciço calcário que integra o Subdomínio Setentrional da Orla Meso-Cenozóica Ocidental de Portugal (Soares & Rocha, 1985), correspondente ao *onshore* dos setores da Margem Continental Oeste da Ibéria relativos à Bacia Lusitânica (Kullberg *et al.*, 2005). Com efeito, nas suas unidades com fácies carbonatadas, carbonosas e mistas de idade mesozóica (Oxfordiano Superior e Quimeridgiano; Rocha *et al.*, 1981) expostas nas arribas do Cabo Mondego jaz um conjunto de evidências fossilíferas significativo e representativo, constituinte de um recurso natural ideal na sensibilização para a conservação (Brilha, 2005) e iniciação ao estudo da Paleontologia, nomeadamente no exercício de inferir e de reconstituir de tipos de (paleo)ambientes sedimentares e bióticos distintos do atual que domina as zonas turisticamente conhecidas da Figueira da Foz (figura 1.1).

A Paleontologia tem vindo a merecer uma atenção especial na investigação didática, tal como Oliveira (2003) o refere na página 3 da sua tese de investigação, em que se menciona que o estudo dos fósseis proporciona hoje uma imagem em mudança, ecológica e biogeográfica do planeta Terra; talvez seja esta a lição mais importante da Paleontologia – propiciar aos estudantes uma imagem do Mundo.

O desafio que se lançou com este projeto não foi inovar na descoberta científica do local selecionado, mas aplicar os conhecimentos adquiridos da exploração do sítio através do desenvolvimento de uma proposta de aquisição (observação, interpretação e discussão) em ambiente informal com trabalho de campo (TC), associadas á utilização de uma metodologia por forma a promover o trabalho colaborativo e desenvolvimento de competências em Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), especificamente pelo desenvolvimento de um instrumento interativo com base na plataforma Google Earth® e Quadros Interativos Multimédia, de forma a valorizar uma saída de campo segundo o método de Nir Orion, em contexto de sala de aula e ambiente informal. O método e instrumentos desenvolvidos foram alvo de validação científico-pedagógica, de forma a demonstrar as valências desta abordagem em conjunto com esta ferramenta TIC que, gradualmente e nos últimos anos, tem vindo a incrementar a sua importância na divulgação científica, especificamente na área das Ciências da Terra.

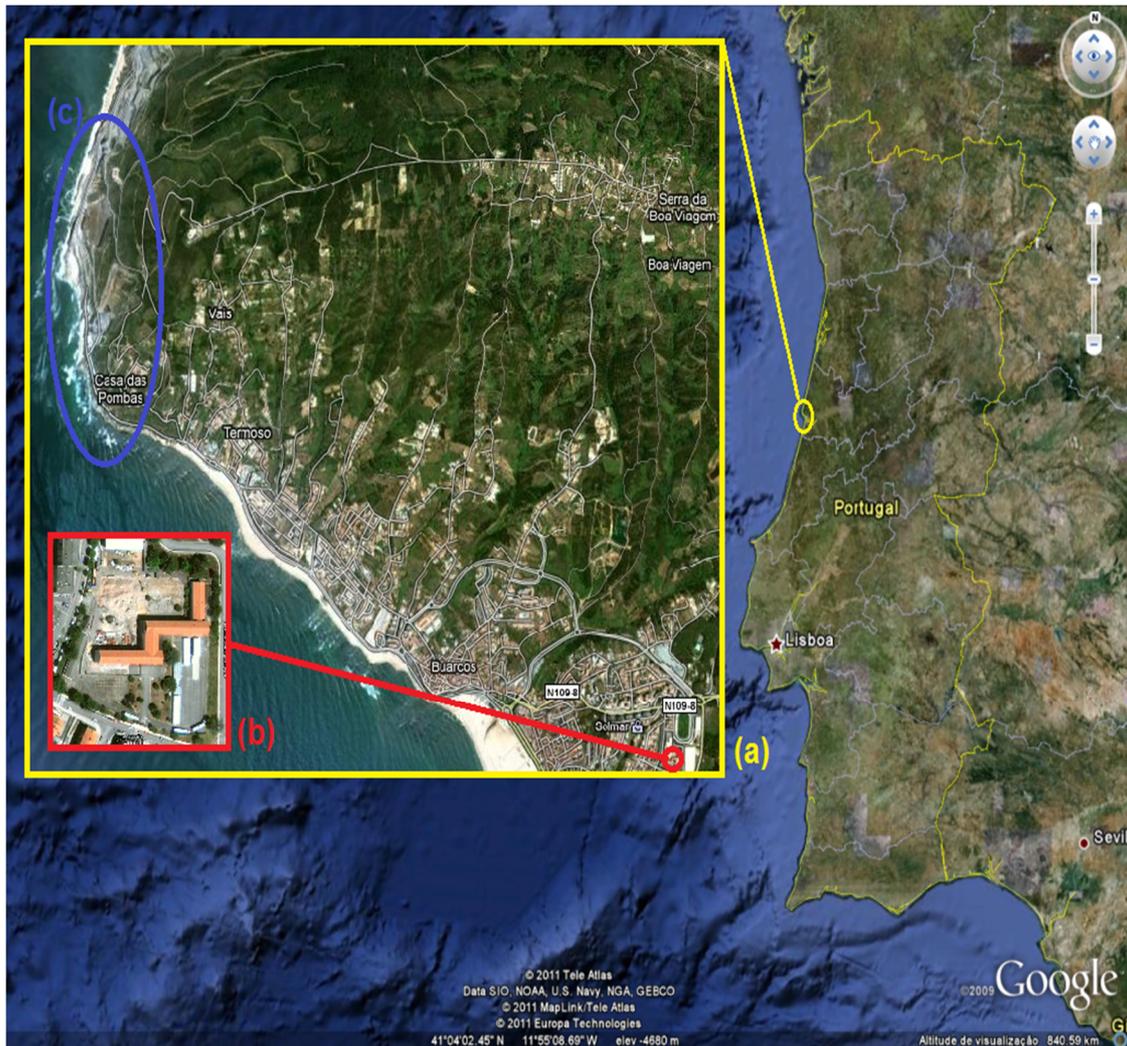


Figura 1.1. – Localização geográfica da área abrangida pelo projeto de intervenção escola – aula de campo no território português. (a) Vista aérea da região da Figueira da Foz – Buarcos - Serra da Boa Viagem; (b) Localização e aspeto panorâmico da escola-alvo (Escola Secundária Doutor Joaquim de Carvalho); (c) Setor das arribas do Cabo Mondego com rochas de idade jurássica e abrangido pela aula de campo. (Adaptado de Google Earth®; Google Maps®, 2011)

Assim, é a finalidade deste projeto dar um contributo para o ensino-aprendizagem da Paleontologia, vocacionado para a reconstrução paleoambiental e aplicado à educação não superior em Portugal, através da construção de instrumentos para sala de aula TIC – Google Earth® e roteiro associado, com informação dedicada a este ramo das Ciências da Terra.

Como base operacional para tal propósito, foi intervencionada parte sul do afloramento das arribas do Cabo Mondego (Figueira da Foz, Região do Baixo Mondego, Portugal Central), (figuras 1.1, 1.2), através da concretização de um levantamento de campo baseados nos dados de estudos científicos já publicados e vocacionado para a adaptação desta potencial zona de intervenção educativa ao trabalho pedagógico.

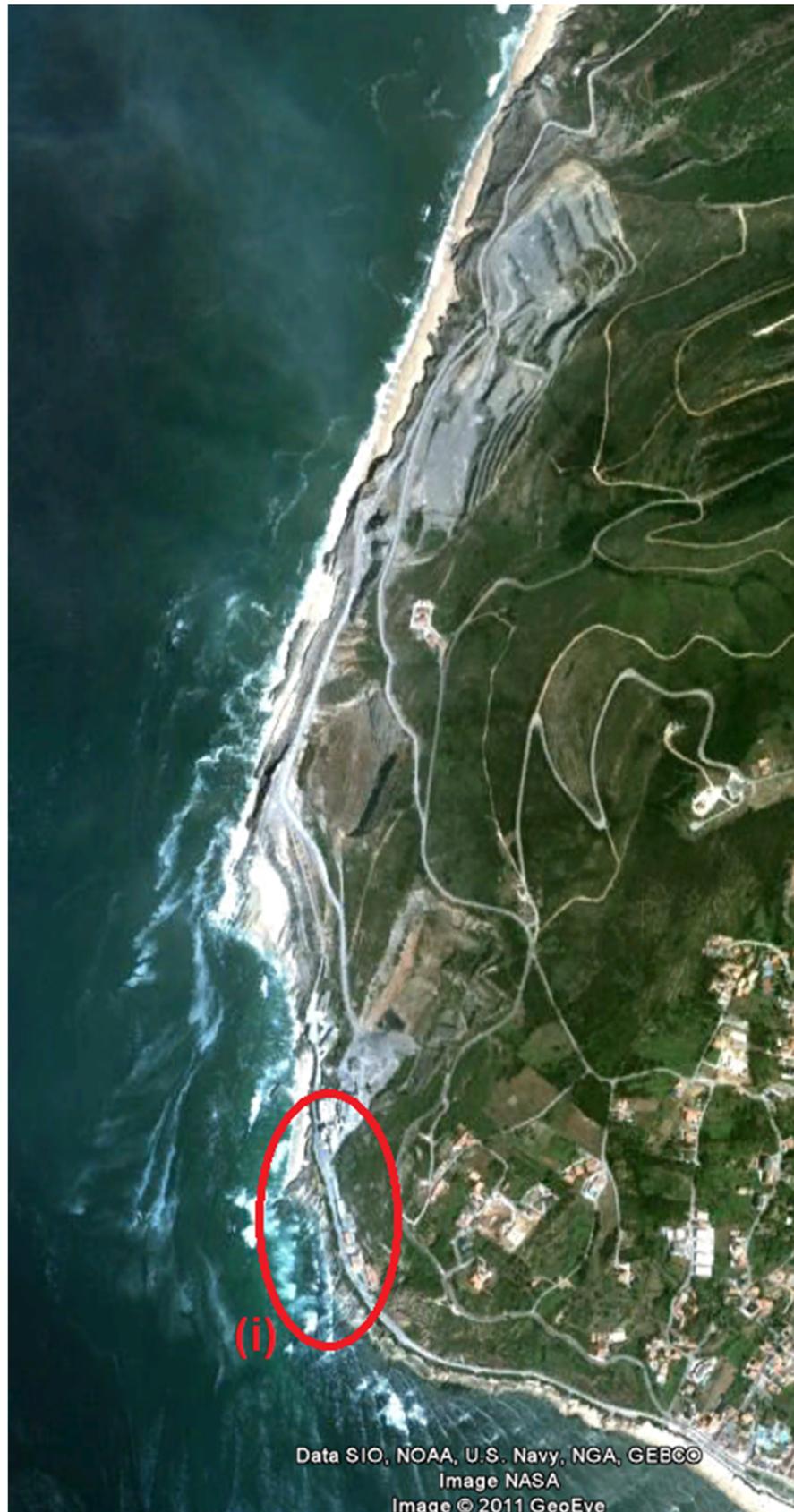


Figura 1.2 – Pormenor da secção (a) da figura 1.1, com a indicação da localização (i) da zona de arribas alvo do percurso de aula de campo. (Adaptado de Google Earth®, 2011)



Figura 1.3 – Panorâmica do troço de arribas exploradas virtualmente e em aula de campo.
40°10'53.81"N ; 008°54'30.76"W (Fonte: Google Earth®, 2011)

A utilização de ficheiros Google Earth® e de roteiros virtuais (figura 1.3) e de campo, especificamente desenvolvidos, permitiu avaliar se o recurso efetivo a esta tecnologia conduziu a aprendizagens mais significativas nos domínios da Paleontologia e História da Terra, relativamente às estratégias de ensino tradicionais.

Para tal, seguimos a metodologia de um estudo de caso, partindo de duas turmas com características relativamente homogéneas que, nos anos letivos, de 2011/2012 frequentaram o 10º ano de escolaridade e em 2012/2013 o 11º ano de escolaridade, na Escola Secundária Doutor Joaquim de Carvalho na Figueira da Foz (figura 1.1).

Em suma, os principais objetivos passam por: (i) promover o desenvolvimento de utilização das TIC; (ii) sensibilizar para a capacidade de observação e recolha de dados em Ciência; (iii) promover o trabalho cooperativo em Ciência; (iv) desenvolver a capacidade de interpretação e análise comparativa de dados de campo no presente para a inferência sobre a reconstrução paleoambiental, em Ciências da Terra e (v) sensibilizar para a importância científica dos fósseis de fácies, suas características taxonómicas e tafonómicas (fossilização) e metodologias de interpretação baseadas no Uniformitarismo e noutros princípios estratigráficos elementares.

1.2. Os Programas Curriculares, as Geociências e as TIC

O presente projeto de intervenção centra-se numa aplicação de princípios construtivistas, que servem de base à última revisão quer dos programas do Ensino Básico quer do Ensino Secundário, sendo no segundo que se irá integrar a presente proposta. Assim, a perspetiva de ensinar Ciências da Terra não deve ser a de transmitir conhecimentos, mas sim a de criar ambientes de ensino e aprendizagem favoráveis à construção ativa do saber e do saber fazer (Galvão *et al.*, 2001; Amador *et al.*, 2003), o que implica necessariamente o desenvolvimento de competências atitudinais nos alunos, no seio dos programas, em ambientes de aprendizagem informais ou não formais, que permitam contribuir para a formação de cidadãos cientificamente informados, participativos e comprometidos com uma gestão responsável do planeta e dos seus recursos, numa perspetiva de desenvolvimento sustentável (Henriques, 2008a) e de ensino construtivista centrado no modelo de atividades informais (Henriques, 2006).

O Construtivismo é não só uma teoria da educação que coloca o aluno no centro da sua aprendizagem, mas também um paradigma que tem influenciado a Filosofia da Ciência, a Psicologia Educacional e a Educação Científica (Valadares, 2001).

A visão do construtivismo humano, por definição na Filosofia da Ciência, segundo Valadares (2001, p.5), implica que: *“O conhecimento científico, qualquer que ele seja, é uma construção humana resultante de interações complexas envolvendo sujeitos e objetos em que nem uns nem outros têm hegemonia. (...) Sem o recurso ao conteúdo da mente seria impossível interrogar a natureza e sem dados fornecidos pela natureza não haveria mais conhecimento científico na mais rica das mentes.”* Se o conhecimento resulta de uma construção humana, torna-se pois necessário ter por base, no ensino de Ciências da Terra, todo um conjunto de estratégias diversificadas que envolvam quer o aluno, quer todos os recursos bibliográficos, multimédia e, de forma cada vez mais importante e crucial ao desenvolvimento, os recursos práticos, não só experimentais mas também as atividades em ambiente informal envolvendo saídas de campo, museus e outras, sendo que nestas últimas

a utilização de Tecnologias de Inovação e Comunicação e as potencialidades de sistemas como Google Earth®, potenciam o acesso a recursos científicos diversos e multidisciplinares.

Esta é uma finalidade central referida pelos programas de Ciências Naturais e de Geologia, os quais explicitam que as atividades práticas de carácter experimental, investigativo, ou de outro tipo, desempenham um papel particularmente importante na aprendizagem de ciências” (Galvão *et al.*, 2001; Amador *et al.*, 2001, 2003) e, em particular, na aprendizagem das Ciências da Terra (Dodick & Orion, 2003). Com efeito, as TIC vêm assumindo uma importância crescente na investigação educacional no geral, e particularmente nas Geociências, tal como está definido por múltipla legislação e disciplinas específicas nas várias reformas curriculares e disciplinares do Ensino Básico e Secundário, em que se reforça a valorização da diversidade de metodologias e estratégias de ensino e atividades de aprendizagem, em particular com recurso a tecnologias de informação e comunicação, visando favorecer o desenvolvimento de competências numa perspetiva de formação ao longo da vida (Marques *et al.*, 2001).

A presente dissertação vai de encontro às múltiplas linhas investigativas em Geociências de Campo e em TIC, especificamente: (i) a utilização das TIC como suporte à construção do conhecimento científico em alunos com diversos níveis culturais e diferentes estilos de aprendizagem, (ii) a construção de modelos que facilitem a interpretação e a utilização de imagens visuais, assim como a articulação de atividades da sala de aula e de laboratório, ambas marcadas por um fundamentado sentido didático investigativo e (iii) a promoção uma observação cuidada e pensada submetendo-a à discussão do confronto teórico (Marques *et al.*, 2001).

1.3. Metodologia e estrutura do trabalho

O presente trabalho compreendeu quatro fases consecutivas para a sua elaboração:

- (I) Pesquisa e compilação bibliográfica e frequência de formação especializada;
- (II) Produção de um ficheiro KMZ – Google Earth® e roteiro de Campo sobre uma “Viagem Paleoambiental ao Cabo Mondego” e a história da Terra;
- (III) Proposta de Implementação e avaliação em ambiente educativo;
- (IV) Redação da dissertação.

(i) Relativamente à primeira parte, procedeu-se à leitura exaustiva de bibliografia sobre a geologia do Cabo Mondego, mais especificamente a que respeita ao Jurássico Superior (Andar Oxfordiano), Paleontologia geral, Didática das Ciências, as TIC e o ensino e aplicações dos Quadros Interativos Multimédia e do Google Earth®.

(ii) Para a produção do ficheiro KMZ e roteiro de campo, organizaram-se duas áreas temáticas de acordo com o programa da disciplina de Biologia e Geologia do Ensino Secundário, onde este foi implementado:

(a) Uma primeira, denominada “O Ambiente atual”, onde se apresentam alguns conceitos gerais sobre o que é uma espécie, uma população, uma comunidade e um ecossistema, seguindo-se o ambiente intermareal, fatores abióticos e bióticos (inserida na Unidade inicial de Biologia e Geologia de 10º Ano – “A Biosfera”).

(b) Uma segunda, partindo do conceito de Uniformitarismo, fóssil e paleoambientes (inserida no Tema I de Geologia de 10º ano – “As rochas, arquivos da história da Terra”), areavés do desenvolvimento de vários desafios que têm por base os tipos de fósseis (taxonomia e morfologia) e suas características nos afloramentos (tafonomia e fossilização), inferir e reconstruir tipos de paleoambientes e sistematizar os conhecimentos obtidos/promover a mobilização imediata das aprendizagens.

(iii) Após a fase de produção, com recurso a teste diagnóstico e pós-teste simplificado em ambas as turmas, testou-se o recurso em ambiente educativo, fazendo medições das aprendizagens realizadas face ao ensino tradicional, em aulas do Ensino Secundário da Escola Secundária Doutor Joaquim de Carvalho (Figueira da Foz).

Por fim, procedeu-se à escrita da dissertação. Esta é composta por cinco capítulos:

I. Introdução, onde se define o âmbito do trabalho, o objetivo da investigação, o lugar das TIC na educação em geociências, o enquadramento geográfico da área de intervenção e a metodologia e estrutura do trabalho;

II. As TIC na educação e as saídas de campo, sua importância e correlação no desenvolvimento de competências e aprendizagens significativas.

III. Geologia e estratigrafia dos afloramentos das arribas do Cabo Mondego situadas da Pedra da Nau para Sul, onde se faz uma descrição sumária das unidades litostratigráficas que afloram neste espaço, acompanhado pela das respetivas associações fossilíferas;

IV. Construção dos Instrumentos multimédia KMZ – Google Earth® e Roteiro de Campo, onde se descreve a sua estrutura e conteúdos, dando algumas explicações de natureza metodológica;

V. Proposta de Implementação e metodologia. Considerações finais, onde se expõem as conclusões do trabalho, as suas limitações, assim como algumas recomendações para projetos futuros.

CAPÍTULO II

O AMBIENTE INFORMAL, O CAMPO E AS TIC

2.1. Introdução

O Construtivismo, na Educação Científica, tem por base a crença de que *o estudo da ciência pode ser significativo para todos* (Novak *in* Mintzes, Wandersee & Novak, 2000).

O pressuposto de que a ciência constitui um elemento dinamizador importante da sociedade na atualidade, fonte de desenvolvimento individual e coletivo (Pujol, 1983; Henriques, 2001), é claramente aceite, de tal forma que a alfabetização e literacia científica são consideradas prioridades de desenvolvimento pela UNESCO (Díaz, 2002). Por tal o ensino de ciência, especificamente as Ciências da Terra (Orion, 2007), deve ter por objetivo central educar cientificamente a população para que esta seja consciente dos problemas do mundo e da sua possibilidade de atuar sobre aqueles problemas, promovendo a sua modificação (Henriques, 2008).

Assim, na denominada década para o desenvolvimento sustentável, é pedido pela UNESCO que se procedam a alteração de currículos, estratégias e métodos de ensino/aprendizagem (UNESCO, 2001; Pérez *et al.*, 2005) para que os alunos devam ser capazes de pesquisar e selecionar informação relevante, analisar e avaliar esta informação, tomar decisões acerca da ação apropriada e refletir sobre os valores implicados (Díaz, 2002), tudo isto enquadrado numa perspetiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade (Orion, 2001). Enquanto agente formativo, o professor deve procurar integrar nas suas práticas docentes, as quais, para além de gerarem princípios, valores e práticas de desenvolvimento sustentável nos alunos (UNESCO, 2008a), promovam o respeito, a valorização e a preservação de testemunhos do passado da Terra (UNESCO, 2008b).

A interação entre o que se ensina na escola e como se ensina, ao ser enquadrada e interligada com o dia-a-dia e com o meio e sociedade envolvente, tende a motivar mais os alunos, aumentando o seu interesse e sucesso, pois a escola tem de representar algo de útil para eles (Marques & Praia, 2009), pelo que um sistema educativo que não contemple conhecimento inerente às Ciências da Terra, cujo desenvolvimento depende significativamente de atividades práticas de campo em locais com interesse geológico, representa um retrocesso latente na evolução da sociedade contemporânea, pelo que urge à sua conservação, especificamente quando se pretende lecionar a Paleontologia (Henriques, 2007).

Assim sendo a implementação de uma AULA DE CAMPO, utilizando recursos situados na proximidade da escola como espaço e material, tenderá não só a estimular o apreço dos

alunos pela envolvente natural dos seus percursos e vivências quotidianas, mas também tornará os alunos mais críticos, mais responsáveis e mais comprometidos com o “Planeta” e muitos dos seus problemas (Henriques, 2008). O meu entender como Docente é que o objetivo das aulas de campo no Ensino Básico e Secundário, não é formar geólogos, mas promover e desenvolver e trabalhar competências (conhecimentos, capacidades e atitudes) que permitam complementar e solidificar as aprendizagens em contexto de sala de aula.

2.2. O ambiente informal e a valorização das aprendizagens

A memorização tem sido uma das estratégias mais utilizadas nos sistemas de ensino em todo o mundo, em grande parte devido a uma avaliação que, apesar de querer verificar a compreensão, muitas vezes mais não faz que verificar as capacidades de memorização daqueles que a ela são sujeitos. A memorização pode ser uma estratégia eficaz para se obter notas para passar a ciências, mas ineficaz para adquirir o tipo de conhecimento disciplinar necessário a compreender e atuar bem (Gardner, 1993). Tal facto tem vindo a ser demonstrado através dos resultados dos exames nacionais de Biologia e Geologia, especificamente em questões de interpretação sobre situações problema com elevado fator novidade. Para explicar, mas sobretudo para catalisar a aprendizagem, mais do que transmitir frases previamente memorizadas, é necessário compreender interligações entre conceitos, assim como ter estruturas de conhecimento organizadas e passíveis de ser mobilizadas para o contexto de sala-de-aula em resposta às dificuldades ou conceções alternativas dos alunos, fomentando a reconstrução e o solidificar de conceitos (Stofflett, 1994).

Para um aluno aprender significativamente no sentido de Ausebel, tem de conseguir elaborar estruturas de conceitos bem organizadas, compreendendo a sua inter-relação, independentemente do contexto mas nunca descontextualizado. Um aluno que aprenda por memorização sabe inter-relacionar conceitos presentes no aspeto que memorizou, mas logo que haja uma modificação do contexto essa inter-relação deixa de ser mobilizada. É óbvio que é necessário saber, especialmente, o significado das palavras e dos símbolos que utilizamos, mas não central (Gardner, 1993).

Novak (Novak *in* Mintses *et al.*, 2000) chega a classificar a aprendizagem por memorização como uma aprendizagem mecânica, pois não promove reorganização das estruturas cognitivas e o desenvolver da interpretação de situações problema, com várias soluções. Como Docente defendo uma aprendizagem significativa, em que os novos conhecimentos que se constroem estão relacionados com o conhecimento prévio que o aluno possui, por meio de atividades informais como aulas de campo e recurso a materiais multimédia (figura 2.1). As referidas estratégias podem, efetivamente, promover uma maior aprendizagem significativa, se o aluno for colocado nos seus conhecimentos prévios perante uma situação

nova, passível de observação, interpretação, experimentação e manipulação (Pedrosa & Henriques, 2003).

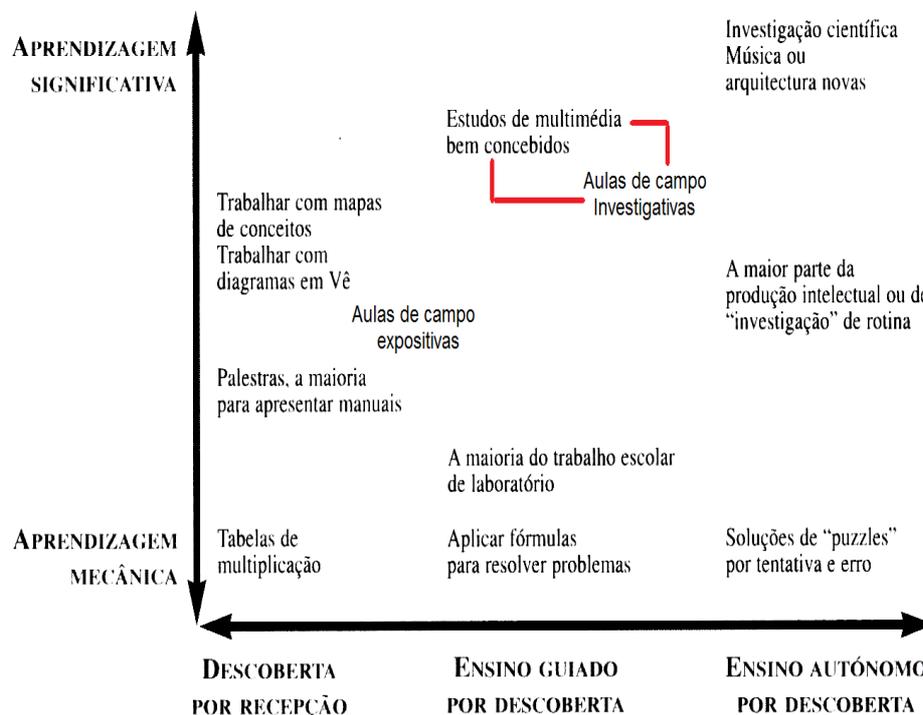


Figura 2.1 – Exemplos de tipos de aprendizagem.

(Adaptado de Mintze *et al.*, 2000)

Ao abordarmos os programas de Ciências Naturais e Biologia e Geologia, mais do que os conteúdos, devemos olhar para as estratégias que implementamos. As estratégias, mais do que os conteúdos, influenciarão os objetivos que iremos atingir (Orion, 2001).

A utilização de atividades práticas numa perspetiva construtivista, quer estas sejam experimentais em laboratório ou no campo, é desenvolver a mente em "Minds in" em vez de as mãos em "Hands on" (Morgado, 2001). Apenas o aluno que compreenda o porquê dos passos e que os construa ainda que erre, está a integrar os dados na sua rede conceptual e, ainda mais desejável, a questionar a sua estrutura conceptual que não se adapta aos resultados obtidos. Mais importante do que a resposta certa é a colocação de hipóteses, é questionar a conformidade ou não dessas hipóteses com os resultados obtidos e, por ela, questionar e reformular as redes conceptuais de forma a integrar esses resultados (Alís, 2005).

Assim entram em muitos dos últimos estudos a importância dos alunos interagirem quer virtualmente (Kali & Orion, 1997; Oliveira, 2003), quer em trabalho laboratorial (TL) (Nunes & Dourado, 2009), quer em TC (Azenha, 2003; Compiani & Carneiro, 1993). As vantagens decorrentes da realização do TC, além de poderem corresponder a ganhos na compreensão

conceptual dos alunos, situam-se também ao nível de ganhos do conhecimento procedimental, motivacional e atitudinal (Dourado, 2006). O trabalho de campo (TC) e o contacto com o meio que propicia, contribuem para que os alunos revelem atitudes mais positivas para com a Ciência e também tem um impacto benéfico nas suas atitudes para com o ambiente e conservação da natureza. As aulas de campo enquadradas nas estratégias dos tipos de aprendizagens referidos na figura 2.1, permitem justificar claramente a união das valências destes dois instrumentos informais (Martinho & Pombo, 2009), TIC e TC, na criação de um ambiente propiciador à aprendizagem significativa em ciência (figura 2.2).

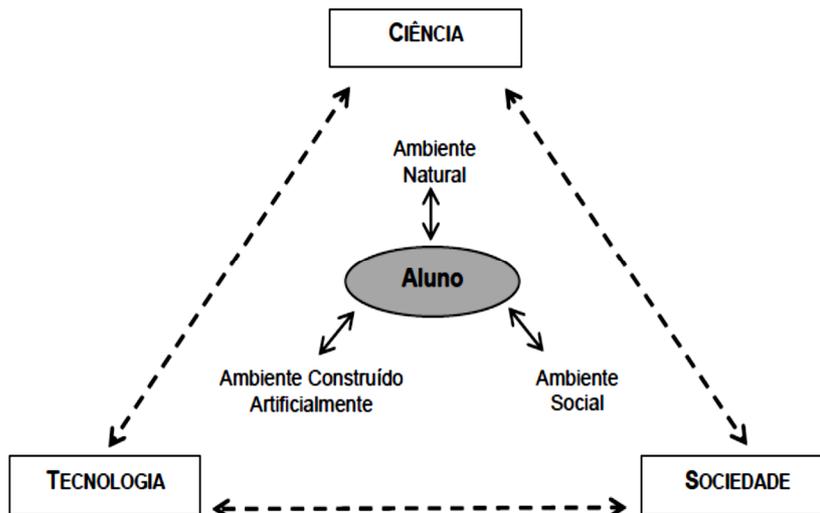


Figura 2.2 – A essência da educação em ciência tecnologia e sociedade (CTS).
(Adaptado de Aikenhead, 1994)

No Construtivismo moderno desenvolvido com base na educação CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), a tendência natural dos alunos será a compreensão das experiências quotidianas através da integração de conhecimentos do ambiente social, processando-se essa evolução na formalidade: (1) das aulas, (2) do ambiente tecnológico (Martinho & Pombo, 2009), através da utilização de *software* e TIC associadas às Ciências da Terra ou Ciências Naturais em geral, (3) das aulas-museu e (4) das aulas de campo, em que os conceitos se vão construindo por aproximações progressivas resultantes do conflito entre os construtos dos conceitos, as suas relações e a sua corroboração ou não, pelas observações feitas no mundo real. O conhecimento é, assim, uma construção do indivíduo, mas em contexto colaborativo e cooperativo (Mintzes & Wandersee, 2000).

Mais uma vez, a questão central não é a dos conteúdos, mas sim a das estratégias, dos caminhos utilizados para tornar o ensino das ciências, mais fiel com a realidade da ciência, mais aliciante, motivador e mais adequado às descobertas da ciência pedagógica dos últimos anos (Valadares, 2001).

O Construtivismo, apoiando-se nas ideias de Ausubel (1968), defende que um dos fatores que mais determina as aprendizagens é o conhecimento prévio dos alunos, os pré-conceitos e as estruturas que desenvolveram anteriormente e a forma como eles interagem com os conceitos e estruturas que pretendemos que aprendam (Valadares, 2001). O desenvolvimento de atividades formais, como aulas de campo, exploração de espaços virtuais, utilização de software especializado, em Ciências da Terra, não só permite uma avaliação mais fácil como também promove o conflito entre as concepções (algumas das quais concepções alternativas) e a(s) realidade(s).

Sendo assim, numa sala de aula construtivista, o professor procura conhecer os entendimentos dos estudantes acerca dos conceitos e, a seguir, estrutura oportunidades para os estudantes refinarem ou reverem esses entendimentos colocando-os em contradições, apresentando-lhes novas informações, colocando-lhe questões, encorajando-os à pesquisa e/ou envolvendo os estudantes em inquéritos concebidos para desafiar as suas concepções atuais (Valadares, 2001).

Assim, aceita-se que a aprendizagem por receção pode ser significativa desde que haja construção ou reconstrução de conceitos ou redes conceptuais pelo aluno (Valadares, 2001). Mas não se esgota na receção, existindo capacidades conceptuais, procedimentais e atitudinais que dificilmente se desenvolverão por receção apenas, em que os alunos se limitam a observar objetos e fenómenos que contribuam para o desenvolvimento dessas capacidades (Alís, 2005).

O Construtivismo está interligado a uma aprendizagem baseada em situações problema (Paixão, 2004).

Nesta aceção, o trabalho desenvolvido no presente estudo foi planificado de forma a criar um ambiente construtivista de aprendizagem por descoberta colaborativa e informal, na qual as aulas de campo deverão apresentar algumas das seguintes características Valadares (2001): (1) colocar a ênfase na construção do conhecimento e não na sua reprodução de memória; (2) privilegiar as situações do mundo real e do dia-a-dia em vez das sequências de ensino rígidas e pré-determinadas; (3) propiciar múltiplas representações da mesma realidade e não uma só; (5) encorajar a reflexão crítica constante dos alunos durante as suas aulas, proporcionando-lhes atividades que sejam desafiadoras; (6) desenvolver atividades motivadoras e responsabilizadoras dos alunos pelas próprias aprendizagens, atendendo a problemas relevantes para o aluno; (7) estimular a construção cooperativa e colaborativa do conhecimento através da negociação social e não a competição individual pela classificação, tornando o ambiente de trabalho agradável e favorável a boas relações interpessoais.

Um ambiente de aprendizagem deve, pois, envolver atividades ditas formais, centradas num plano espacial e geográfico da sala de aula e ditas informais, em que decorrendo dentro ou fora da escola, abarcam atividades às quais se encontram associados os termos espaço

novidade e espaço inovação (Orion, 1989; Rennie *et al.*, 2003; Pérez & Moliní, 2004) a fim de os alunos poderem aplicar o que apreenderam em contexto formal. Assumindo este modelo holístico integrado com a perspetiva CTS (figura 2.3) poderemos reconstruir o conhecimento dos alunos e promover um aumento da sua literacia científica, enquadrando os aspetos teóricos e práticos da ciência, mais especificamente quando falamos da dinâmica da Terra e do estudo dos seus produtos, as rochas, ao nível da sua origem e relação com a utilização Humana no quotidiano (Orion, 2001), ou seja, do desenvolvimento sustentável.

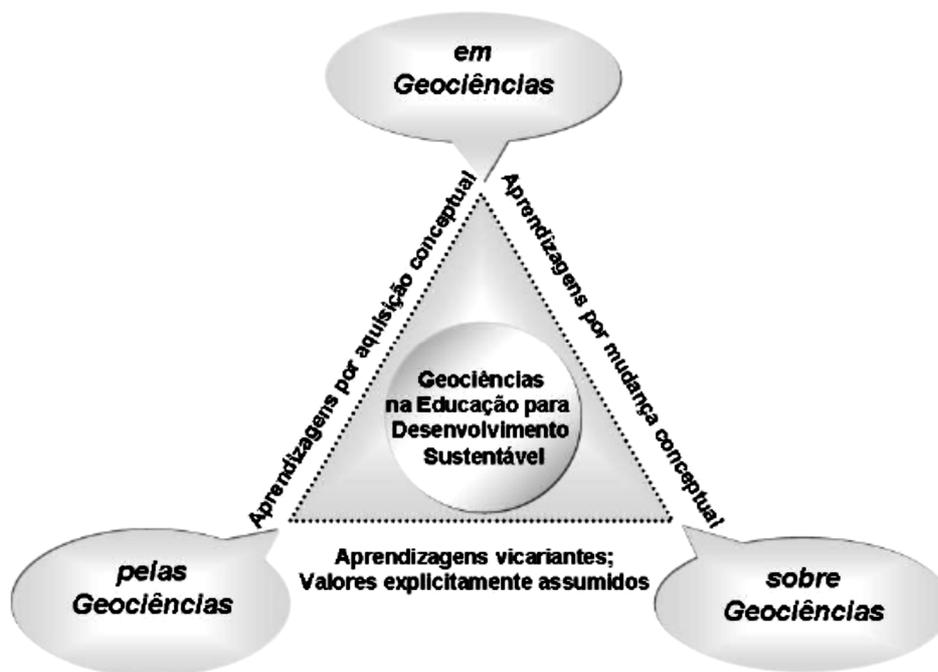


Figura 2.3 – As três vertentes em educação científica em Ciências da Terra e sua relação com as aprendizagens dos alunos, com centro na sustentabilidade, ou seja, geoconservação.

(Adaptado de Henriques, 2008)

2.3. Aulas de Campo em Ciências da Terra

O ensino das Ciências da Terra é claramente mais eficiente e promotor de aprendizagens significativas com a utilização de aulas de campo, em várias tipologias, para todas as quais é referido e comprovado o seu papel didático, substanciado por várias referências em trabalhos científicos, tais como, Brusi (1992a, 1992b), Compiani (1991), Compiani & Carneiro (1993), Garcia de la Torre (1994), Garcia de la Torre *et al.* (1993), Jaen & Bernal (1993), Moreira *et al.* (2002), Orion & Hofstein (1994) e Pedrinaci *et al.* (1994).

Nesta perspetiva, as ditas atividades de campo em Ciências da Terra devem claramente ser geradoras de problemas, orientando o aluno na resolução de questões resultantes da observação de afloramentos, devendo o Docente afastar-se de uma simples demonstração

das observações (aula excursionista onde a exposição domina), mas de uma forma pouco tradicional, alternativo mesmo sujeitar o aluno a uma alteração cognitiva envolvendo a observar, extrapolar e inferir (Compiani & Carneiro, 1993), promovendo uma alteração efetiva das aprendizagens significativas. Pois como Compiani & Carneiro (op. Cit.; p. 91) “...o campo é o contexto de aprendizagem onde o conflito com o real, o exterior e o interior, as ideias e as representações ocorre em toda a sua intensidade...”, realçando a importância de aulas de campo na aprendizagem significativa e, por tal, construtivista.

Assim, a aula de campo de caráter investigativa mas com caráter semiorientador, (mista entre aula-itinerário com observações orientadas por roteiro e uma aula planeada previamente com situações problema e sequenciada em atividades), assente numa estratégia construtivista marcadamente formativa com modelos científicos aceites mas alvo de elaboração de hipóteses na sequência de observações e interpretações, com objetivo de refletir e concluir (Garcia de la Torre, 1994; Moreira *et al.*, 2002).

O pensamento reflexivo desta tipologia de aula de campo tem lugar mesmo sem uma certa base conceptual de informações afins ao objetivo de estudo. Todavia, acredito que ainda que assim não seja, as atividades de campo desenvolvem e facilitam uma aprendizagem construtivista (Futuro *et al.*, 1996), pois é improvável observar algo sem tentar alguma interpretação, ainda que se traduza posteriormente errónea ou do mais elementar, a complementar em contexto de aula posterior (Orion, 2003). A base de organização e planificação deste tipo de aula de campo movimenta-se em redor de um determinado espaço novidade e a forma como o aluno o encara, reduzido esse fator (Orion 1989, 1993). Tudo vai depender de uma boa preparação científica e pedagógica do Docente e da existência de um conjunto de atividades articuladas entre si (Orion & Hofstein, 1994).

Nas tipologias de aulas de campo citadas por Compiani & Carneiro (1993), destaca-se a “saída de campo geradora de problemas”, que intenta orientar o aluno para propor e resolver problemas, assumidos como tarefa básica da atividade científica (Caballer, 1993). Por tal, o tipo de aula de campo selecionada como a mais favorável para o presente trabalho, poderá enquadrar os seguintes etapas: (1) iniciar com um estudo qualitativo da situação, definindo de maneira clara e precisa o problema, pelo que o roteiro virtual pode ser uma mais-valia; (2) formular hipóteses fundamentadas sobre os fatores que dependem (ou poderão depender) da nossa primeira análise da situação, e sobre a forma desta dependência e, subsequentemente; (3) criar, elaborar e explicitar possíveis atividades resolutórias de problemas antes de as ensinar; procurar distintas vias de resolução, contrastando resultados a obter, coerentes ou não com o corpo de conhecimentos de que se dispõe; (4) resolver o problema verbalizado ao máximo, fundamentando o que se faz e evitando, uma vez mais, operações sem significado geológico; (5) analisar cuidadosamente os resultados, mediante as hipóteses antes elaboradas e, em particular, os casos-limite considerados; (6) abrir debate, totalmente

participativo e integrativo, no grupo-turma, para discussão de problemas, hipóteses, resultados e novas ou distintas alternativas, se necessárias (Senabre, 1994).

A preparação da aula de campo e suas atividades deve ter em conta a ideia de Orion (1989) de espaço novidade, que se baseia no facto de os alunos revelarem mais dificuldades na compreensão durante as atividades quando o local onde elas decorrem é totalmente desconhecido. Segundo este autor, os alunos deverão estar triplamente preparados: (1) uma preparação científica de termos e conceitos geológicos - preparação cognitiva; (2) um conhecimento da área de estudo - preparação geográfica; e (3) uma predisposição psicológica e motivacional - preparação psicológica (figura 2.4).



Figura 2.4 – Componentes do espaço novidade.
(In: de Bonito *et al.* (1999) adaptado de Orion, 1993)

A planificação do presente trabalho, na resposta à problemática (1), como alunos de 10/11º ano de Geologia, passaram pelas unidades temáticas I e IV, respetivamente da Geologia de 10º e 11º, tendo o Docente sido profissional no desenvolvimento de estratégias formais em contexto de sala de aula na transmissão de conteúdos conceptuais relevantes, indicados pelas Orientações Programáticas Oficiais (Amador *et al.*, 2001, 2003); (2) em aula pré-saída, em trabalho colaborativo, exploraram um guião virtual via Google Earth® com webquest específica e (3) a zona a visitar em campo é próxima à escola, inserida no projeto de escola e nas atividades de enriquecimento curricular das disciplinas de Biologia e Geologia de 10º e 11º ano.

Qualquer tipologia de aula de campo deve apresentar um modelo que Orion (1993, 2007) designa ensino em espiral (figura 2.5).

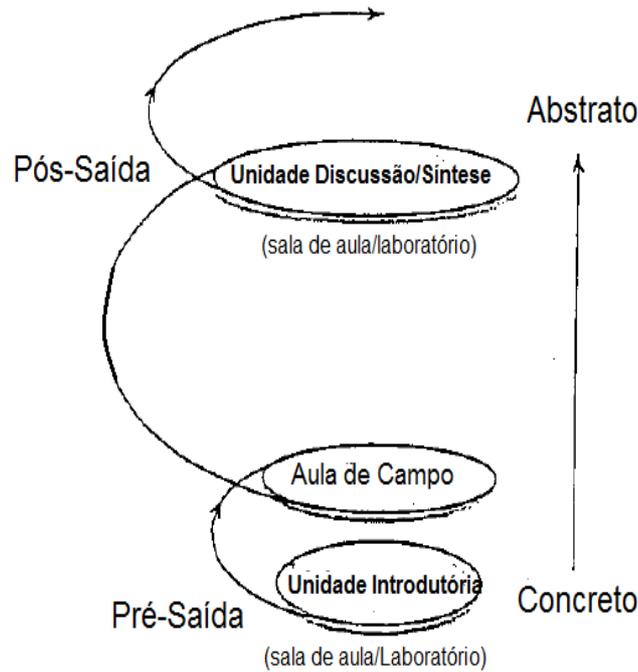


Figura 2,5 – Organização do Modelo de Ensino em Espiral. (Adaptado de Orion, 1989)

A organização utilizada em múltiplos trabalhos de didática envolvendo aulas de campo, tende a seguir uma subdivisão que consubstancia três etapas fundamentais e consecutivas: (1) unidade introdutória ou preparatória, cujo conjunto de atividades tem por objetivo reduzir ao mínimo o efeito do espaço novidade sobre os alunos, ilustrado na figura 2.4, com a exploração de roteiro virtual com *webquest*, na pré-aula, em sequência de aulas programáticas em contexto formal onde as competências conceptuais já foram transmitidas; (2) aula de campo, que é a componente mais importante, nomeadamente com carácter investigativo e semi-orientada por um roteiro de situações problema, observações e recolha de dados, que neste caso está em interligação com a unidade introdutória, pois a *webquest* produzida é um anexo ao roteiro. A aula de campo constituiu um trabalho cognitivo separado de avanço de factos mais concretos apresentados virtualmente para dados abstratos (Pedrinaci *et al.*, 1994), observados nos afloramentos, induzindo o aluno a questionar as aprendizagens anteriores; (3) a unidade de discussão e síntese terá um pendor mais vocacionado para a partilha de informações avançadas, discussão de dados e síntese dos conceitos mais importantes a reter. É aqui que, por ser em espiral, podem surgir situações novas no grupo turma, hipóteses, dúvidas, ... que podem lançar conexões com conceções novas e de continuidade programática.

Em suma, a aula de campo não pode estar desarticulada dos conteúdos programáticos e toda a planificação ser favorável a trabalho colaborativo.

2.4. As valências do trabalho cooperativo

A vida em sociedade exige a adoção de valores e atitudes de cooperação, sendo isto também fundamental na Educação Científica e na promoção da literacia científica, de tal forma que é importante que os alunos aprendam assuntos curriculares envolvendo-se em atividades de construção de conhecimentos em pequenos grupos, para as compreenderem e valorizarem, desenvolvendo competências de interação social e de respeito mútuo (Moleiro *et al.*, 2004). De acordo com Vygotsky (*In*: Fontes & Freixo, 2004) todas as atividades cognitivas básicas do indivíduo ocorrem de acordo com sua história social e acabam como resultado do desenvolvimento histórico-social da sua comunidade. Portanto, as habilidades cognitivas e as formas de estruturar o pensamento do indivíduo não são determinadas apenas por fatores congénitos, podendo ser um resultado conjunto das atividades praticadas de acordo com os hábitos sociais da cultura em que o indivíduo se desenvolve. Por tal, a organização do trabalho escolar tendo por base um método de ensino em grupo é um fator estimulador da aprendizagem e reorganizador das aprendizagens, se for guiado convenientemente (Lopes & Silva, 2009). A aprendizagem cooperativa implementa-se utilizando pequenos grupos, em que os alunos trabalham juntos para melhorar a sua própria aprendizagem e a de todos os elementos do grupo (Fontes & Freixo, 2004, *op. Cit.*), embora fatores como a seleção por afinidade e por nível de desempenho escolar tenham de ser acautelados (Kempa & Orion, 1996) na organização dos grupos de trabalho mais em contexto de campo do que propriamente em laboratório.

Assim, no presente trabalho optou-se por implementar práticas sócio-construtivistas e interaccionistas, pois parece-nos que existe uma necessidade premente de alteração das práticas pedagógicas tradicionais, de forma a atribuir ao aluno um papel social relevante na construção do seu conhecimento científico e como cidadão, pois os estudos de Vygotsky salientam a importância das interações sociais no desenvolvimento sócio-cognitivo e na apropriação de conhecimentos em grupos de pares.

Na sociedade do conhecimento, a resolução de problemas requererá a integração de competências conceptuais e cognitivas; mas também e cada vez mais, de competências sociais (Garcia & Tuñón, 2004), tais como: trabalho em equipa (que requer responsabilidade pessoal, social, compreensão dos outros e das suas culturas, tomada de decisão), capacidades de pesquisa, gestão do tempo, síntese de informação (que requer capacidades de previsão, planeamento, pensamento crítico e criatividade), utilização de tecnologias (que obrigam a escolher quando, quais e como utilizar as tecnologias apropriadas ao desenvolvimento de uma determinada tarefa) e competências de comunicação (aplicáveis ao relacionamento interpessoal e nas apresentações de trabalhos ou resultados). Estas

competências não podem ser desenvolvidas numa aula de cariz expositivo (Lopes & Silva, 2009).

Assim, parece-me fundamental que o professor deva ser um participante ativo na estimulação e no desenvolvimento das capacidades e competências intelectuais e sócio-afetivas dos alunos, bem como um mediador ou orientador das aprendizagens, estimulando a intensificação de relações horizontais (aluno-aluno). Em contexto informal, o Docente deverá, em regra, ser menos avaliativo e punitivo, preocupando-se mais com a apropriação de conhecimentos e com o desenvolvimento de competências que permitam aos alunos ampliar a sua literacia científica, perspetivando uma cidadania mais interventiva, crítica e responsável, para tornar os alunos capazes de atuar perante as constantes inovações que vão surgindo. Os alunos deverão desempenhar um papel ativo, empenhado e ser o centro das aprendizagens através da construção do seu próprio conhecimento, nomeadamente através do estabelecimento de interações sociais que permitem o confronto de ideias com os outros.

Em suma, o desenvolvimento de competências é crucial para o presente trabalho, sendo realizado através do treino por atividades de resolução de problemas e resolvendo problemas em situação de projeto (Gardner, 1993; Orion & Fortner, 2003), em que a aplicação de um método de saída de campo associado com a visita virtual, em grupos de trabalho de 2 a 3 alunos, tem sido prova que resolve muitos dos problemas salientados nos pontos anteriores (Almeida & César, 2006)

2.5. As valências da utilização das TIC

A formação em ciência do aluno cidadão não pode apenas depender do ensino formal, pois os alunos necessitam de entender o que é a ciência, como ela funciona, mas não necessariamente entender aspetos científicos de cada disciplina (Mezzono & Nascimento-Schulze, 2004). De tal forma que dispositivos como centros e museus científicos (Anderson *et al.*, 2003; Ash, 2003; Guisasola *et. al.*, 2005), exposições escolares (Pedrosa & Henriques, 2003), entre outros ambientes de características informais (Gil *et al.*, 2004) demonstram ser cruciais para o aumento quer da literacia científica, quer do gosto por ciência (Moleiro *et al.*, 2004), assim como para a promoção de aprendizagem significativa (Rennie *et al.*, 2003; Mezzono & Nascimento-Schulze, 2004). A aplicação de uma atividade informal, ainda que no meio escolar, envolve etapas consecutivas de preparação, aplicação e avaliação (Orion, 2003). A primeira prende-se com o enquadramento curricular e organização do trabalho, ao que se seguirá uma aplicação dos conhecimentos recolhidos na preparação da execução da atividade informal e por último uma avaliação utilizando instrumentos diversificados,

especificamente que avaliem a alteração dos conceitos aprendidos e a existência de aprendizagem significativa por parte dos alunos envolvidos.

A produção de materiais pedagógicos com recurso às TIC, é largamente incentivada no contexto da reorganização curricular do Ensino Básico em curso e no Ensino Secundário. Neste sentido, um dos aspetos salientados é o aproveitar do seu potencial de comunicação e divulgação (Kali & Orion, 1997; Orion *et al.*, 2000). A utilização dos Quadros Interativos Multimédia associados a ferramentas de manipulação de conteúdos de Ciências da Terra, disponíveis na Web, de que é exemplo o Google Earth, têm-se revelado vitais na última década: Do ponto de vista educativo, as TIC dão-nos várias possibilidades (Blamire, 2000; Boonen, 2000), sendo recomendada a sua utilização, já que estas facilitam os seguintes processos: (1) libertarem o aluno das tarefas mais repetitivas e rotineiras; (2) possibilitarem a utilização e manipulação de dados reais, favorecendo a criação de contextos significativos; (3) permitirem a simulação de situações, estimulando o espírito de investigação; (4) potenciarem a autoaprendizagem e; (5) estimularem a interação e partilha de opiniões e perspetivas alternativas (Legoinha *et al.*, 2000).

O potencial das TIC, quando utilizadas no ensino das ciências, está relacionado com a reestruturação do currículo e a redefinição das pedagogias de ensino. As TIC facilitam o acesso a um imenso conjunto de informação (Chagas, 2001) e recursos cuja utilização implica o desenvolvimento de capacidades de avaliação, de interpretação e de reflexão crítica (Osborne & Hannessy, 2003). As TIC podem ser integradas no ensino das Ciências da Terra como uma ferramenta, como uma fonte de referência, como um meio para exploração com recurso a programas de programação básica e de simulação (Murphy, 2003), em que as simulações e a realidade virtual são ferramentas que se utilizam na preparação de contextualização de locais reais, a fim de reproduzir os fenómenos reais em que se irá basear a atividade informal de campo (García & Ortega, 2007), sendo também excelentes ferramentas para reproduzir processos naturais.

Em suma, e segundo Santos (2007), os principais benefícios do uso das TIC no ensino das ciências são que: (1) o ensino das ciências torna-se mais interessante, autêntico e relevante; (2) há mais tempo dedicado à observação, discussão e análise e, (3) existem mais oportunidades para implementar situações de comunicação e colaboração. Assim, facilmente se conclui que se o Docente estiver equipado de uma boa base de dados científicos, poderá promover uma maior eficiência em aprendizagem, se para além de planear uma saída de campo tradicional, proporcionar aos alunos a mesma saída em ambiente virtual (figura 6), utilizando para isso as potencialidades, quer dos quadros interativos (Barata & Jesus, 2008; Silva, 2007) quer de ferramentas de organização de dados geográficos e multimédia (Almeida *et al.*, 2005; Barbosa *et al.*, 2007; Cazé, 2011), como o Google Earth®

(www.google.com/intl/pt-PT/earth/index.html) e o WorlWind Nasa® (<http://worldwind.arc.nasa.gov/java/>).



Figura 2.6 – Enquadramento do Google Earth® e Tecnologia Quadro Interativo Multimédia em sala de aula. (Adaptado de Manteigas, 2010).

A ferramenta disponível *online* e fácil de instalar, permite não só ter o Mundo em 3D dentro de um computador e visualizar a superfície terrestre como se de uma viagem aérea se tratasse. O caso do Google Earth® em relação a outros recursos TIC, pode ser muito mais do que um visualizador da Terra, uma das suas principais funções, podendo ser convertido num recurso educativo bastante mais rico do que a generalidade dos professores conhece, Como refere o site do Google Earth® (2011), com esta ferramenta é possível “voar para qualquer local na Terra para ver imagens de satélite, mapas, terrenos e edifícios em 3D, desde galáxias no espaço até aos desfiladeiros dos oceanos” e até se “poderá explorar conteúdo geográfico complexo, guardar os locais visitados e partilhá-los com outros utilizadores”. Com esta ferramenta é possível aceder a imagens de satélite, fotografias aéreas, mapas, GIS 3D (Sistema de Informação Geográfica tridimensional) facultando informações geográficas virtuais de uma forma simples. O Google Earth® possui um grande potencial, na medida em que, como oferece um grande leque de

funcionalidades, é possível incidir estudos, com grande diversidade e até mesmo, inovadores para o contexto de sala de aula de Ciências da Terra (Contreras, 2006). O Google Earth® permite a realização de visitas de estudo virtuais a locais inacessíveis, como é o caso apresentado na tese da Reis (2010), onde se descreve uma atividade direcionada a alunos do 7º ano de escolaridade, no âmbito da disciplina de Ciências Naturais, com o propósito de explorar, descobrir, ver e pesquisar vulcões em Portugal. A ideia de que uma tecnologia de ponta é algo distante dos alunos e que por isso não caberia na escola (Brilha & Legoinha, 1998; Brilha et al., 1999), é importante desmitificar.

A ferramenta Google Earth®, apesar de possuir algumas limitações de integração no contexto de sala de aula, de requerer certas necessidades logísticas e de exigir trabalho em grupos pequenos e por turnos, em momento oportuno, com a devida planificação e estratégias adequadas, pode ser implementada por parte do professor, tornando-se bastante eficaz no processo de ensino/aprendizagem e até mesmo ser considerado como facilitador do mesmo (figura 2.6), como qualquer TIC. Embora não deva ser considerado solução para tudo, é mais uma estratégia adaptável a aula expositiva, aula laboratorial e aula de preparação de uma saída de campo e/ou visita de estudo (Contreras, 2006), em direta associação com outras TIC (Crespí et al., 2006), como a associação com a internet e com os Quadros Interativos Multimédia (Barata & Jesus, 2008; CCEMS, 2011), no centro do qual está o(a) aluno(a), segundo a metodologia construtivista.

Em suma, a tecnologia Google Earth® permite minimizar o espaço novidade (fator novidade), numa pré-aula à saída de campo, com relação ao ensino das Ciências da Terra (figura 2.6).

CAPÍTULO III

ENQUADRAMENTO GEOLÓGICO E PALEONTOLÓGICO

3.1. Introdução

A geologia da fachada atlântica portuguesa é marcada por numerosos pontos de interesse científico, pedagógico e de geoconservação (Carvalho, 1999; Azeredo *et al.*, 2003; Henriques *et al.*, 2005; Henriques, 2010), dos quais se destaca, no presente estudo, o Cabo Mondego, no troço que medeia entre a Pedra da Nau e o Teimoso (figura 3.1). Este promontório representa a interseção do extenso maciço calcário da Serra da Boa Viagem com o Oceano Atlântico, enquanto parte integrante de uma longa estrutura monoclinai com desenvolvimento Este-Oeste e cerca de 30° de inclinação para Sul (Rocha *et al.*, 1981).

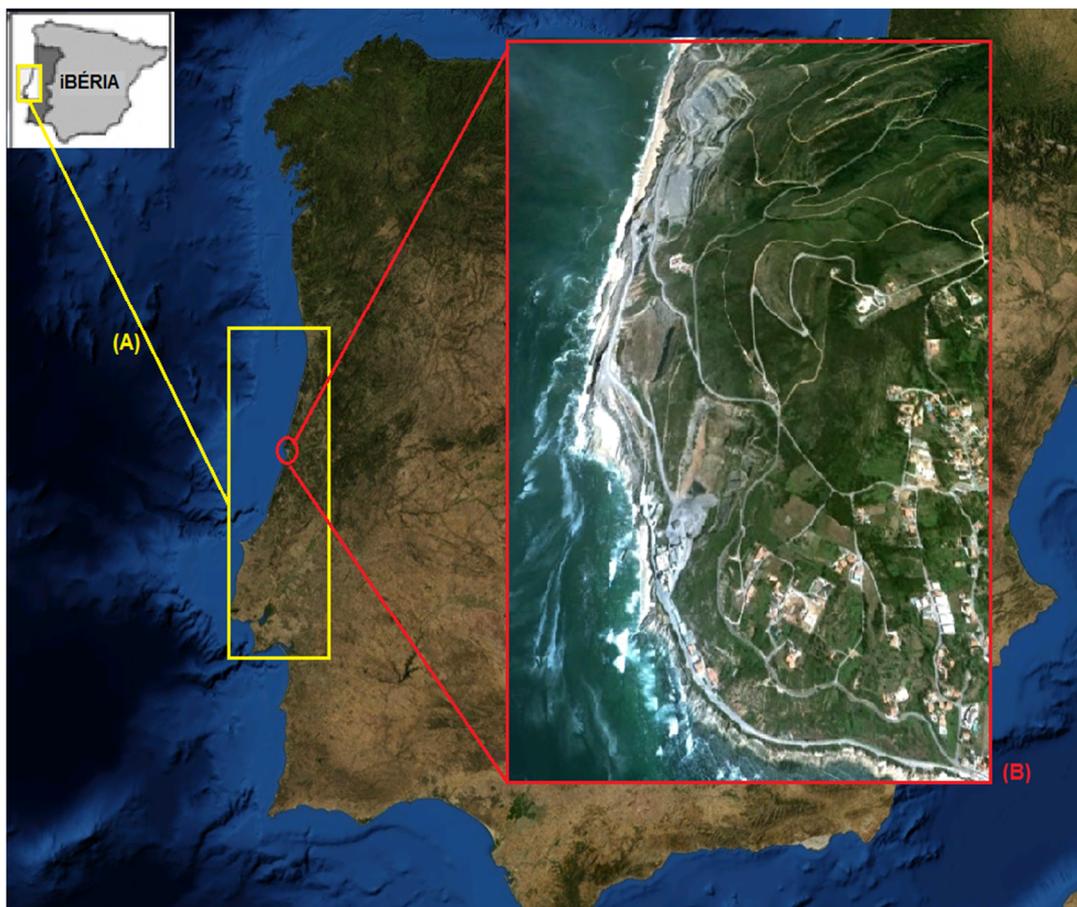


Figura 3.1 – Localização Geográfica da área em estudo: (A) Na Orla Meso-Cenozóica Ocidental Portuguesa; (B) No Cabo Mondego. (Adaptado de Google Earth®, 2011)

Pela sua localização e sucessão geológica, a região do Cabo Mondego e Serra da Boa Viagem insere-se, desta forma, na Orla Meso-Cenozóica Ocidental de Portugal (Soares & Rocha, 1984). Esta unidade morfo-estrutural é representativa de parte dos setores emersos da Margem Continental Oeste da Ibéria (Ribeiro *et al.*, 1979; Kullberg *et al.*, 2006) (figura 3.2)

e nela predominam rochas sedimentares, químicas e detríticas, organizadas em unidades litoestratigráficas que registam várias etapas da formação do Proto-Atlântico frente ao Maciço Hespérico e, em particular, da evolução sedimentar da Bacia Lusitânica, entre o Triássico Superior e o Aptiano-Cenomaniano (Ribeiro *et al.*, 1979; Wilson, 1979, 1988; Wilson *et al.*, 1989; Pinheiro *et al.*, 1996; Alves *et al.*, 2006, 2009; Kullberg *et al.*, 2006).

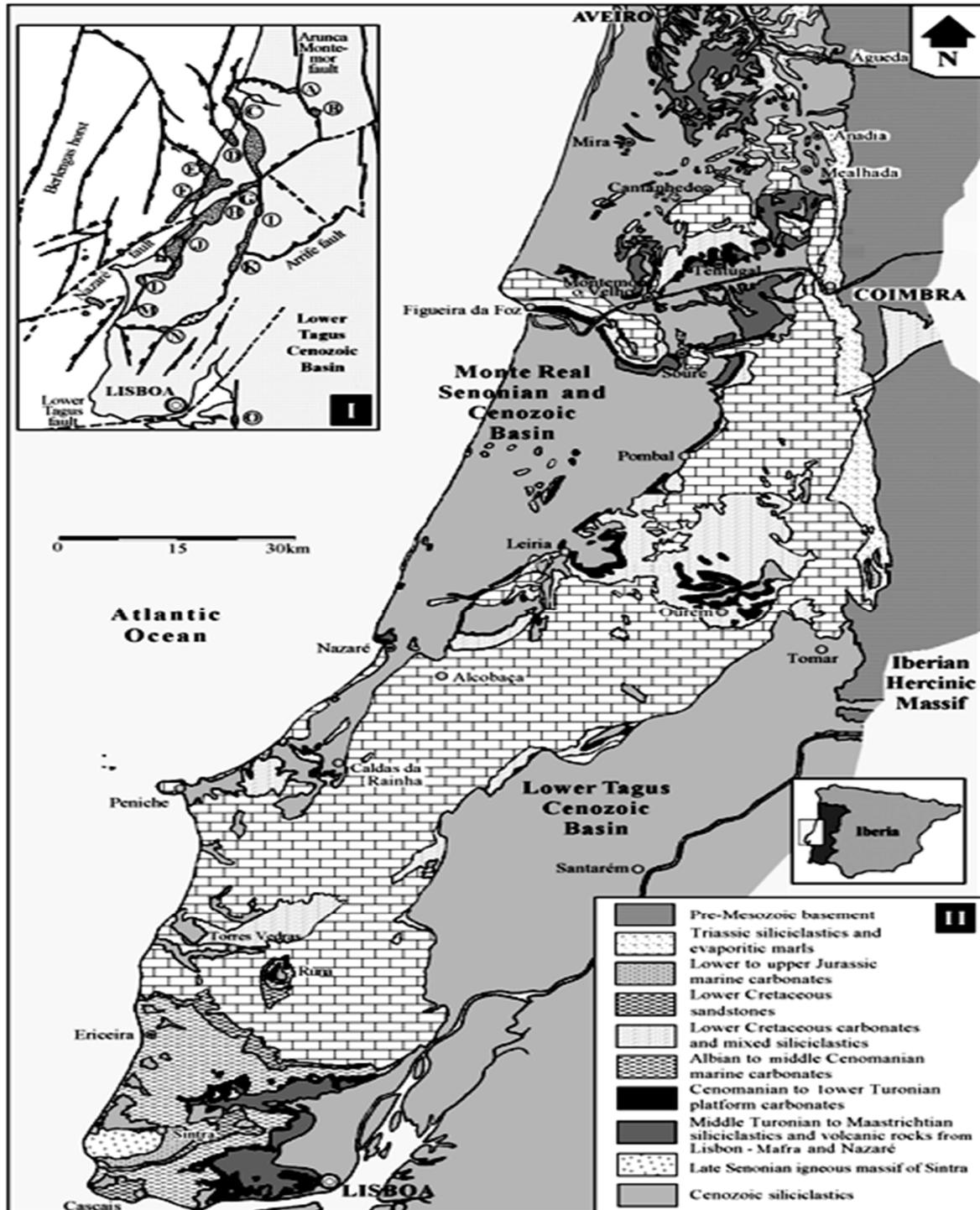


Figura 3.2 – Esboço geológico da Orla Meso-Cenozóica Ocidental Portuguesa. I – Organização estrutural simplificada (A-N Anticlinais diapíricos). II – Organização estratigráfica *onshore* (Estremadura e Beira Litoral). (Adaptado de Callapez, 2008)

A sucessão de estratos aí aflorantes contém numerosos registos de índole estratigráfica e paleontológica, os quais já foram objeto de múltiplos estudos que consubstanciam a importância do local em termos do estudo do Jurássico Superior português. Destes trabalhos salientam-se, de seguida, os adequados a fundamentação científica passível de ser utilizada em instrumentos pedagógicos desenvolvidos para o presente trabalho: Choffat (1880, 1885-86), Lorient (1890), Sauvage (1897-98), Gomes (1915-16), Vianna (1949), Lapparent *et al.* (1951), Lapparent & Zbyszewski (1957), Gonçalves (1959), Ruget-Perrot (1961), Pais (1974), Wilson (1979), Rocha *et al.* (1981), Bernardes (1992), Bernardes & Corrochano (1989, 1992), Pinto (1997), Bernardes *et al.* (1998), Carapito (1994, 1998), Azeredo *et al.* (2002), Santos (2003, 2008), Callapez & Pinto (2005a, 2005b, 2010), Reis (2006), Carapito (2008) e Callapez (2008). As diversas formações que caracterizam esta espessa sucessão sedimentar inserida no monoclinial da Serra da Boa Viagem com pendores orientados para Sul, são, na sua maioria, de idade jurássica, tal como o evidencia a leitura da folha nº 19 C (Figueira da Foz) da carta Geológica de Portugal à escala 1:50.000 (figura 3.3) e sua notícia explicativa (Rocha *et al.*, 1981).

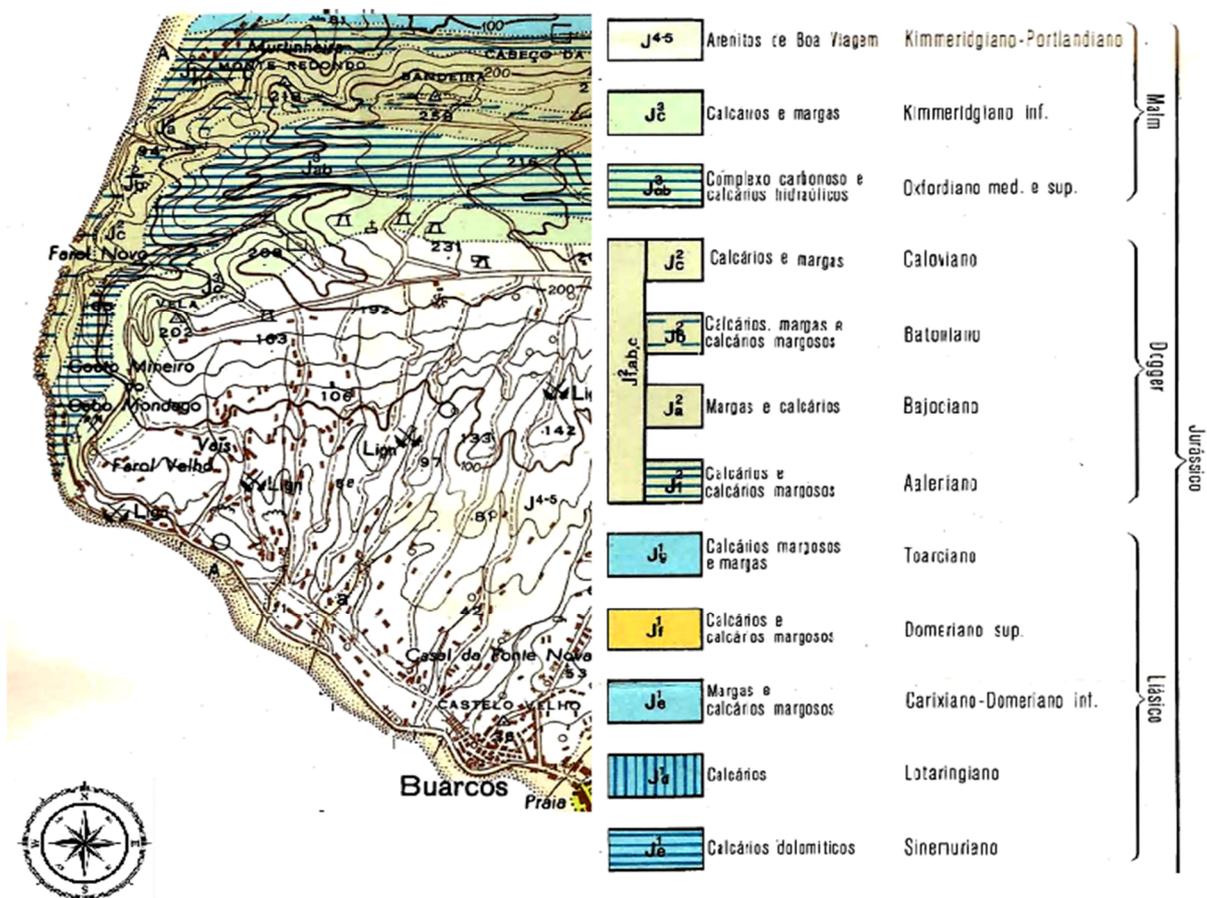


Figura 3.3 – Excerto da folha nº 19 C (Figueira da Foz) da Carta Geológica à escala 1:50.000 (Rocha *et al.*, 1981), ilustrando as formações aflorantes no Cabo Mondego e Serra da Boa Viagem e respetivo ordenamento cronoestratigráfico.

Assim, reconhecem-se desde rochas detríticas, químicas e biogénicas, tais como arenitos, calcários, calcários margosos, margas calcárias, etc...organizadas em estratos cujas litofácies são marcadas pela presença de numerosas evidências que podem ser utilizadas na reconstituição dos paleoambientes originais, para além de diversos tipos de fósseis característicos, representativos da respetiva biofácies.

Em simultâneo, o Cabo Mondego tem vindo a ser reconhecido a nível internacional, devido à conjugação de vários fatores, dos quais se destaca a definição do estratotipo de limite (GSSP) para a base do Andar Bajociano (Rocha *et al.*, 1990; Canales & Henriques, 2008), com evidente importância científica. No que concerne ao Jurássico Superior salienta-se também a existência de um jazigo de carvão (um dos primeiros a ser explorado em Portugal, com início da lavra por volta de 1775), a presença de indústria de cal hidráulica que substituiu a exploração carbonífera do antigo couto mineiro (Santos, 1982; Pinto & Callapez, 2006) e, mais do que tudo, a excecional qualidade do registo geológico local, o qual permite visualizar um conjunto de sítios relevantes para novos estudos científicos e intervenções educativas (Rocha *et al.*, 1990; Rocha, 2010). Desta forma, a área correspondente às arribas do Cabo Mondego foi classificada, por Decreto Regulamentar nº82/2007 de 3 de outubro, como Monumento Natural (DRE, 2008), com o objetivo de promover quer a conservação do seu património geológico, quer a investigação científica (Henriques *et al.*, 2005; Carapito, 2008) e a divulgação e educação centrada nas Ciências da Terra (Pinto & Duarte, 1992, 1994; Pinto, 1997; Duarte & Callapez, 1999; Callapez & Pinto, 2003; Henriques *et al.*, 2006; Callapez, 2008).

A área protegida é tão rica em locais de interesse, abordagens de tratamento e tipologia de informação, que se decidiu prosseguir, no presente estudo, com uma abordagem didática em ambiente informal ao conteúdo científico, apenas circunscrita ao conjunto de afloramentos contextualizados no Jurássico Superior (Oxfordiano Superior) e localizados entre o complexo fabril da Cimpor, a Este, e a Pedra da Nau, a Oeste (figura 3.4), alongando-se para Sul através das arribas litorais. Com efeito, ao longo da base destes alcantilados e da praia arenosa a eles adjacente podem observar com relativa qualidade e segurança, todo um conjunto de unidades geológicas privilegiadas para direcionar aulas de campo em Ciências da Terra, especificamente Paleontologia e paleoambientes. Para esta conjugação feliz tem vindo a contribuir uma certa “ação tampão” causada pela presença do complexo fabril, mitigando o acesso indiscriminado de transeuntes e possíveis atos de vandalismo que afetem o património exposto.



Figura 3.4 – Organização do espaço geográfico das arribas da Pedra da Nau, com uma panorâmica de Norte para Sul (A), ao longo da praia. (Adaptado de Google Earth®, 2011)

3.2 – Conteúdos sobre o paleoambiente sedimentar em aula de campo

Assim sendo, torna-se importante proceder a uma sistematização da informação científica considerada como mais relevante para os objetivos de intervenção educativa, através de uma caracterização geológica (estratigráfica), paleontológica e pedagógica das unidades selecionadas para posterior tratamento em roteiro virtual via Google Earth® e de saída de campo com aplicação da metodologia de Nir Orion (Orion, 1993; Orion 2001; Orion & Fortner, 2003).

A informação sistematizada permite verificar que, ao longo de aproximadamente 200 metros para Sul (figura 3.4), num percurso que vai desde as escadas de acesso à praia, na Pedra da Nau, até ao encontro do plano de estratificação com moldes pegadas de dinossáurios e “ripple casts” exposto no final da enseada com estratos de carvão (base da unidade do Oxfordiano Superior denominada “Calcários Hidráulicos” in Rocha, 1981) é possível construir uma saída de campo sob condições excecionais. Esta, perante pistas criteriosamente escolhidas, permitirá ao aluno aplicar noções teóricas desenvolvidas ao longo do programa disciplinar de Ciências Naturais de 7º ano ou, ainda com mais facilidade, no programa de Biologia e Geologia de 10º e 11º ano: ambiente sedimentar, tipologias sedimentares (mineralogia, litologias, estruturas, formas de erosão, etc.), fossilização, tipos

de fósseis (taxonomia elementar), paleoambientes e paleogeografia. Mais especificamente, este também tornará possível perceber ao longo do percurso, que a variação vertical das fácies permite visualizar a transição de “camadas” com fósseis de animais de ambientes marinhos francos, a outras de meio recifal, marinho restrito, salobro e, por fim, lagunar de água-doce com vegetação luxuriante nas margens e vertebrados terrestres, próprios de um antigo ambiente de laguna tropical, tal como ilustra a figura 3.5.

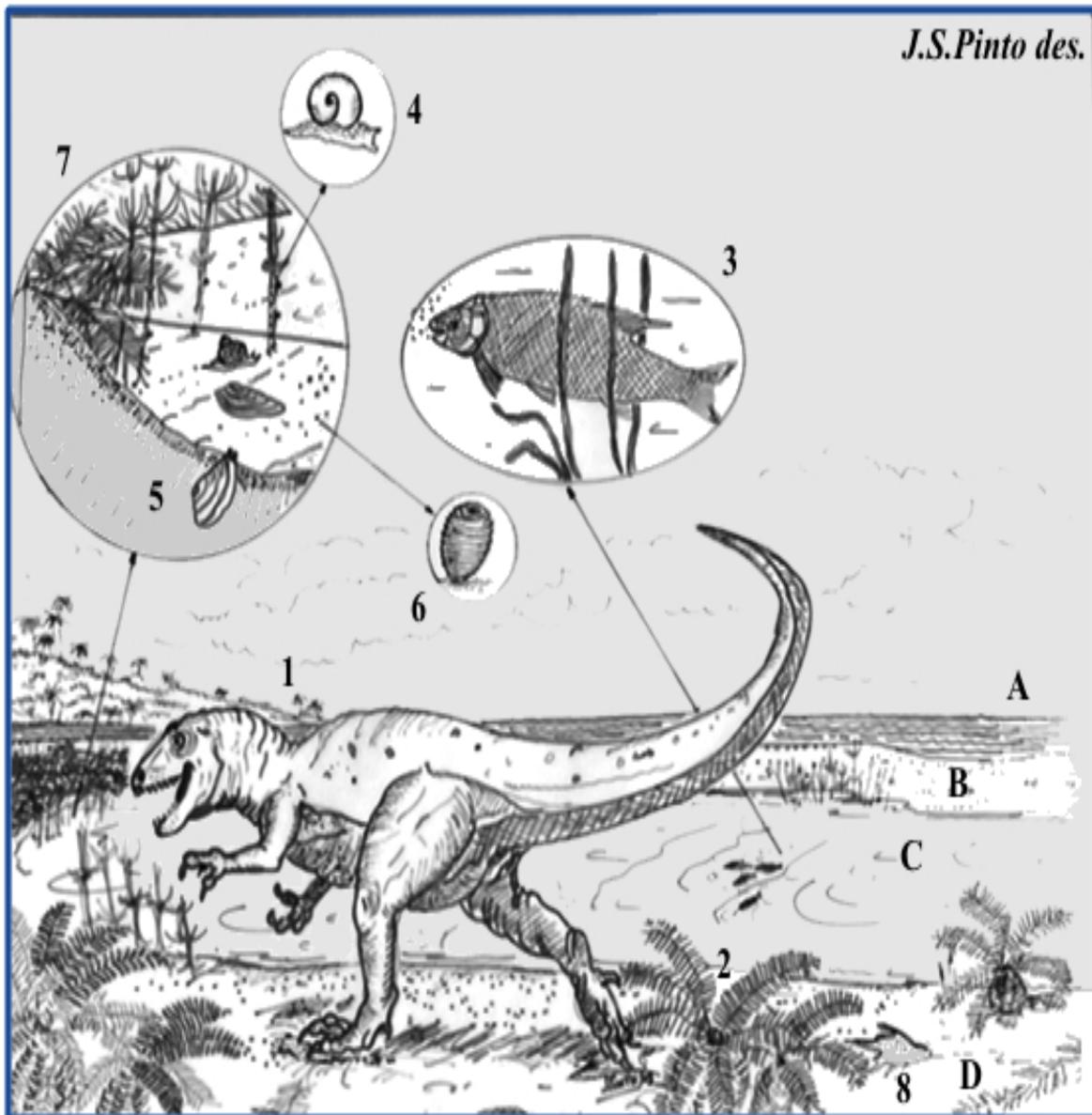


Figura 3.5 – Reconstituição paleogeográfica e paleoecológica da laguna tropical do Cabo Mondego durante o Jurássico Superior (Oxfordiano Superior). A – Oceano; B – Ilha barreira; C – Laguna; D – Praia interna e orla de vegetação; 1 – Megalossaurídeo; 2 – *Otozamites*; 3 – *Lepidotus*; 4 – *Planorbis*; 5 – *Unio*; 6 – Oogónio de alga carófitas; 7 – Acumulação de restos de vegetais; 8 – Pegada. (Segundo Callapez & Pinto, 2010)

Neste contexto, o ponto de partida deste projeto inicia-se numa análise biológica, física e química do ambiente atual que se sobrepõe às unidades geológicas que se pretendem explorar, especificamente por uma análise comparativa com base no uniformitarismo sob pistas atuais do ambiente Litoral ou Intermareal (*Intertidal*) e aplicando os mesmos princípios da Estratigrafia e Paleontologia “viajar no tempo” pelos afloramentos jurássicos, situados entre a Pedra da Nau e a Pedra do Costado, em frente à exploração da Cimpor (Camargue) recém-desativada (viagem ao Jurássico Superior, Oxfordiano Médio a Superior (figura 3.6)) com conseqüente enquadramento na arriba (figura 3.7).

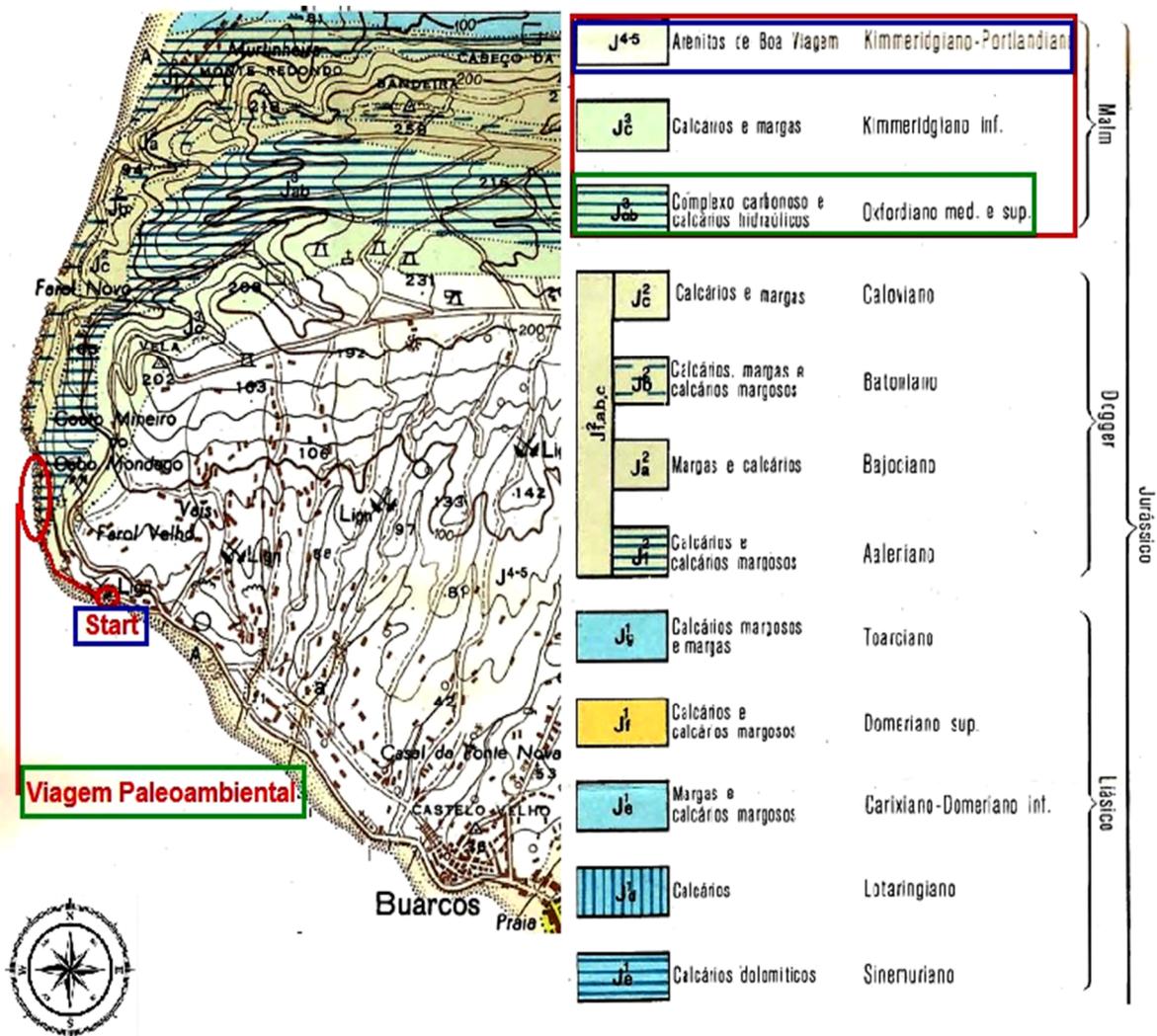


Figura 3.6 – Enquadramento geológico e metodológico do projeto, segundo excerto da folha nº 19 C – Figueira da Foz à escala 1:50.000. (Adaptado de Rocha *et al.*, 1981)



Figura 3.7 – Enquadramento da secção de arriba estudada.

(Adaptado de Callapez & Pinto, 2005)

3.3. Caracterização litoestratigráfica, sedimentológica e paleontológica dos estratos aflorantes

O afloramento estudado insere-se na espessa sucessão estratigráfica do Jurássico do Cabo Mondego e Serra da Boa Viagem compreendendo as unidades informais “Complexo Carbonoso” e “Calcários Hidráulicos” definidas em Rocha *et al.* (1981), e parcialmente equivalentes à Formação de Vale Verde do Oxfordiano Médio a Superior (c.156 Ma e 158 Ma) da Estremadura portuguesa. O Limite Caloviano-Oxfordiano, ao qual se associa importante descontinuidade no Caloviano Superior, ligada ao retomar do *rifting* frente à Ibéria (Wilson, 1979, 1988; Ribeiro *et al.*, 1979) e a um conseqüente reorganizar do quadro paleogeográfico da Bacia Lusitânica, é difícil de precisar localmente, mas deverá estar associado à base da sucessão de bancadas espessas de calcário e calcário gresoso da Pedra da Nau, também visíveis na estrada do Enforca Cães e assentes sobre níveis de calcários e margas com exogirídeos, plicatulas e braquiópodes, com microfauna de afinidade caloviana (Carapito, 1994, 2008; Wrigth, 1985; Azerêdo *et al.*, 2002).



Figura 3.8 – Panorâmica geral, vista de Sul, das unidades litoestratigráficas informais: (i) “Complexo Carbonoso”, (ii) “Calcários Hidráulicos”, com realce, também para a sucessão de passagem Caloviano-Oxfordiano exposta na Pedra da Nau (A). A foto foi tomada numa fase excecional, em que a deposição de areias de deriva litoral colmatou temporariamente toda a parte inferior do afloramento.

Desta forma, partindo da escadaria de acesso à praia, a partir da Pedra da Nau, percorrendo a enseada para Sul e prosseguindo ao longo da organização traçada na figura 3.4, encontram-se expostas em continuidade todas estas unidades litoestratigráficas representativas do Jurássico Superior, nomeadamente: (i) o “Complexo Carbonoso”, (ii) os “Calcários Hidráulicos” (iii) já atrás mencionados, seguindo-se as “Camadas marinhas ricas em Lamelibrânquios” e (iv), entre a entrada do antigo Couto Mineiro e a enseada de Buarcos, os Arenitos de Boa Viagem (Rocha *et al.*, 1981). Toda esta sucessão litoestratigráfica (figuras 3.7, 3.8, 3.9a, 3.9b) correspondente à expressão local do “Andar Lusitaniano” de Paul Choffat, constitui um importante recurso informal e investigativo no ensino das Ciências da Terra.

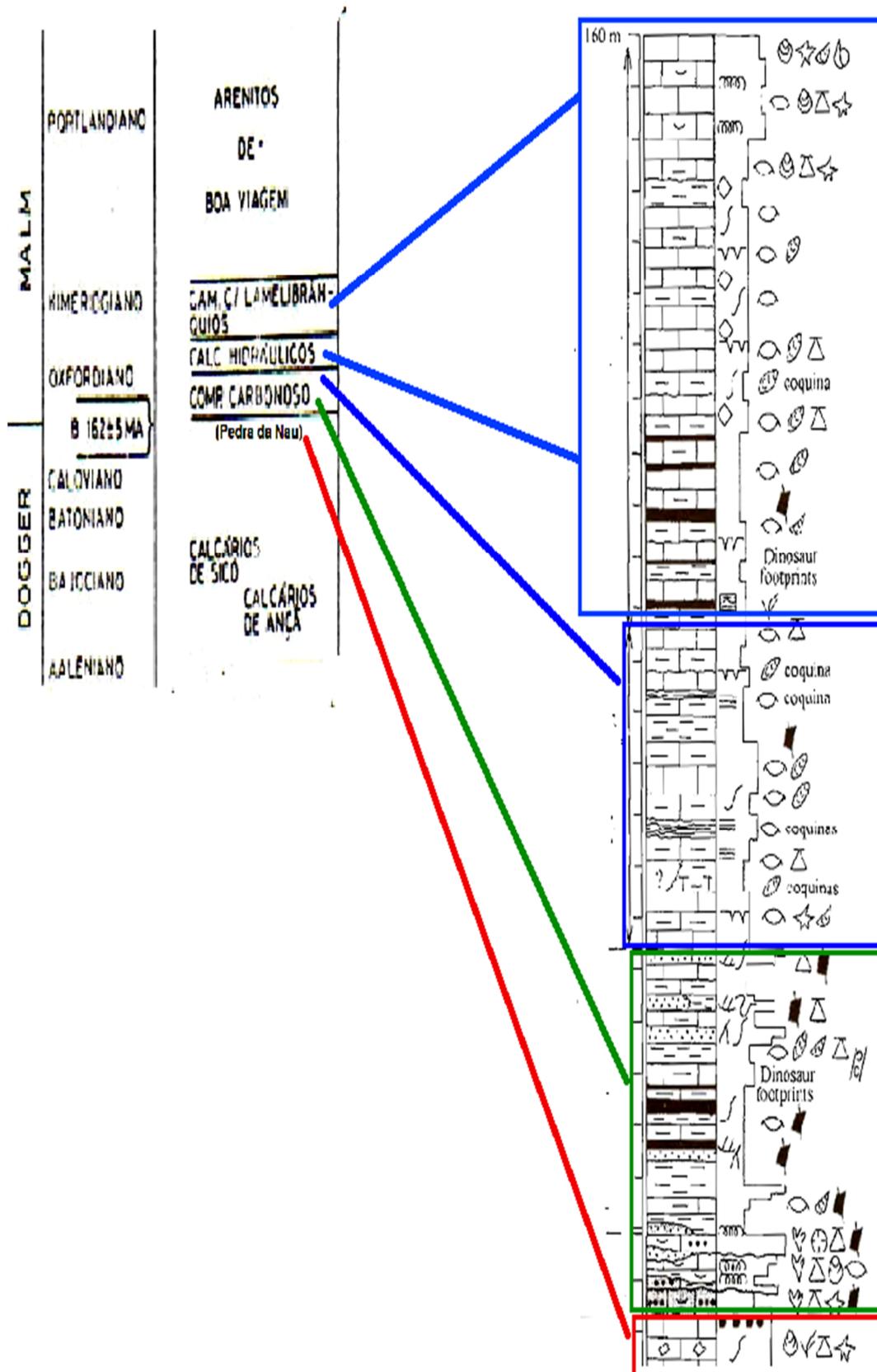
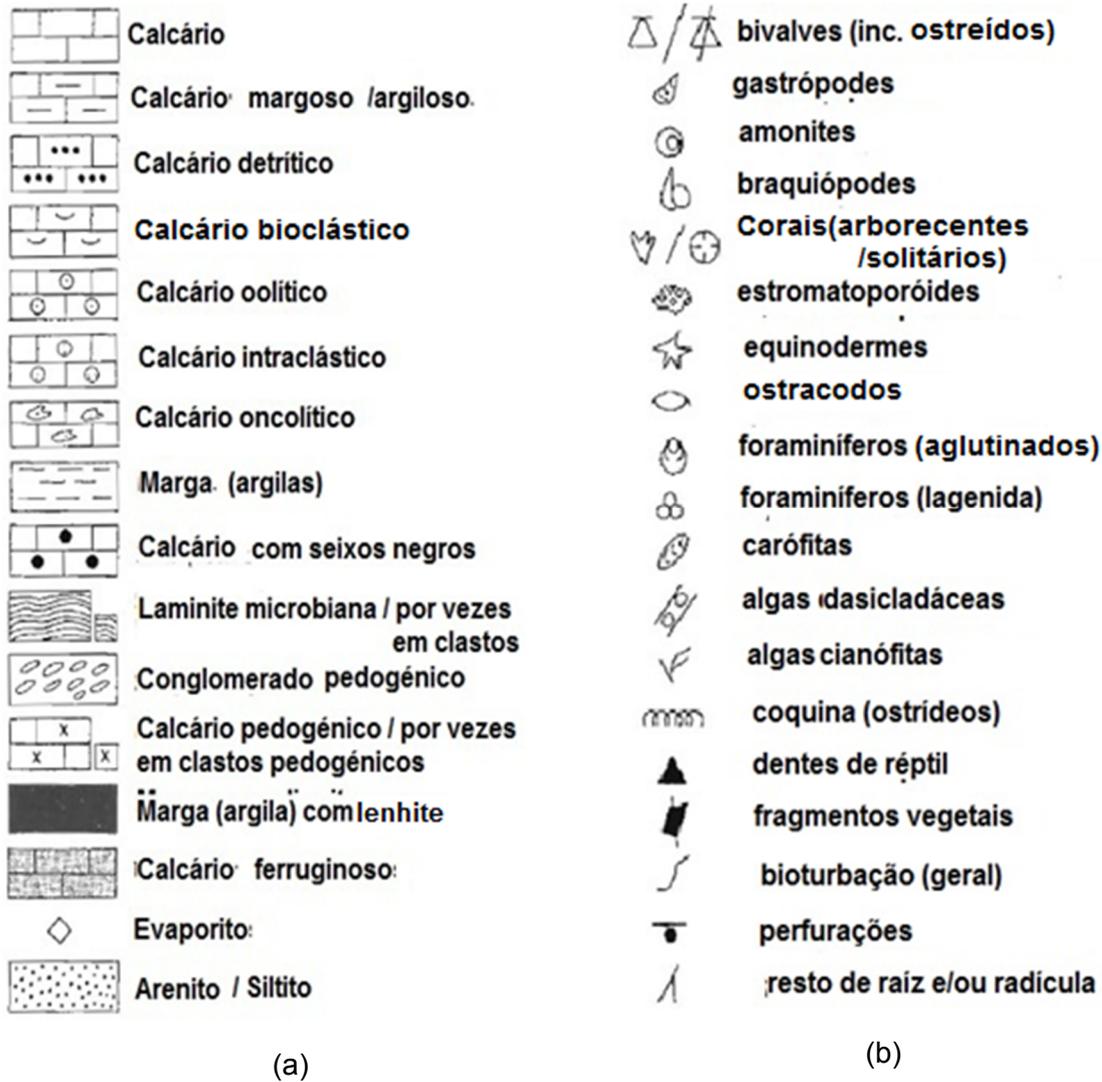
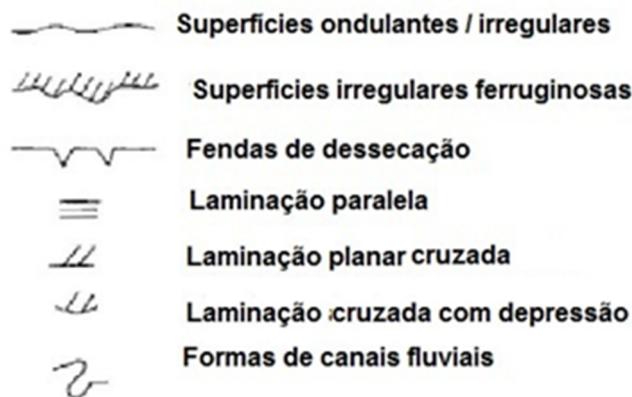


Figura 3.9a – Esboço resumido da evolução lítica e litostratigráfica das unidades seleccionadas no projeto. (Adaptado de Soares *et al.*, 1986; Azerêdo & Wriqth, 2004)



(a)

(b)



(c)

Figura 3.9b – Legendas específicas da figura 3.9a.

(a) Litótipos; (b) Natureza dos bioclásticos; (c) Superfícies e estruturas sedimentares.

(Adaptado de Azerêdo & Wrigth, 2004)

Em termos paleoambientais e paleogeográficos, traduzindo a etapa regressiva de natureza lagunar (“Complexo Carbonoso”) correlativa de parte do Oxfordiano Superior, embora que não existam marcadores bioestratigráficos locais que possam precisar mais detalhadamente a idade relativa do conjunto, observa-se, a partir do topo da Pedra da Nau, um registo representativo da transição de uma barreira com pequenos corpos recifais, para uma laguna salobra com corbulídeos e, por fim, para uma laguna de água doce com fauna típica de gastrópodes (*Ampullina*, *Planorbis*), bivalves (*Unio*) e peixes, para além de lementos florísticos, tais como carófitas e fragmentos de folhas de cicadáceas. A vegetação das margens deveria ser luxuriante, de modo que os seus restos acumulados e incarbonizados levaram à génese das camadas carbonosas exploradas na antiga mina. Segue-se sucessão monótona de calcários, pouco fossilífera (“*Calcários Hidráulicos*”) e de calcários margosos laminados com fragmentos de bivalves marinhos, que se prolonga para Sul, até à Pedra do Costado, na qual se observam lajes com marcadas por impressões de pegadas tridáctilas de *Megalosaurus*, marcas de ondulação e de dessecação. Esta mesma sucessão é a que encontra exposta no imenso talude da pedreira da fábrica de cal hidráulica, indiciando um ambiente de planície litoral a lagunar visitado regularmente por grandes dinossauros em busca de alimento.

3.3.1. “Complexo Carbonoso”

O “Complexo Carbonoso”, com cerca de 60 metros de espessura (Rocha *et al.*, 1981) e equivalente local da parte inferior da Formação de Vale Verde, é marcado, como acima se referiu, por variações de fácies significativas, associadas à passagem Caloviano-Oxfordiano e ao retomar de nova fase regressiva na sedimentação. O seu início, após as escadas de acesso, é marcado por estratos espessos de calcários margosos e margo-gresosos com grãos de quartzo grosseiro e tom bege a acinzentado (figura 3.10i), os quais contém intercalados alguns bancos muito ricos em corais hermatípicos, coloniais e solitários, e moluscos bivalves afins às exogiras.

A observação dos estratos da base deste conjunto evidencia, também, a presença de fósseis de lamelibrânquios, braquiópodes, de equinodermes vários, incluindo tecas e radíolas de equinídeos (*Hemicidaris* sp.) e artículos de crinoides (figuras 3.11, 3.12,). O mais curioso nos primeiros estratos encontrados é a existência de evidências, quer nas rochas, quer nas associações fossilíferas com longas radíolas de ouriços-do-mar (figuras 3.11y, 3.12) e artículos de crinoides (figuras 3.11x) de uma fácies marinha de plataforma interna, pouco profunda e com fundos móveis sujeitos a alguma agitação, com formas bióticas afins a meios cálidos de natureza sub-tropical (paleofaunas tétianas).



Figura 3.10 – Aspeto geral das camadas basais do “Complexo Carbonoso”: (i) calcários da Pedra da Nau com equinodermes; (T) bancadas arenosas grosseiras com corais e “ostras” (exogirínídeos), por vezes com seqüências tempestíficas; (a) início de pavimentos contendo bivalves de meio salobro.

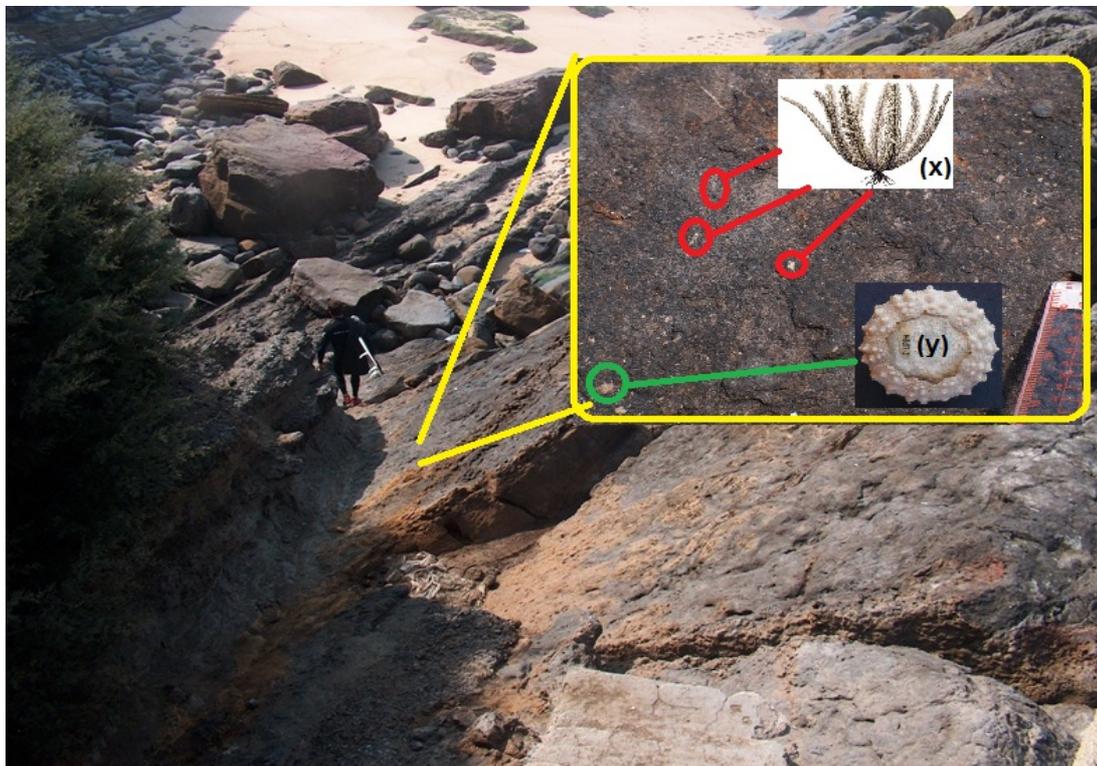


Figura 3.11 – Pormenor do topo da Pedra da Nau, mostrando o pavimento fossilífero com a associação de ouriços do mar (*Hemicidaris* sp.) e de artigos de crinóides (lírios do mar).

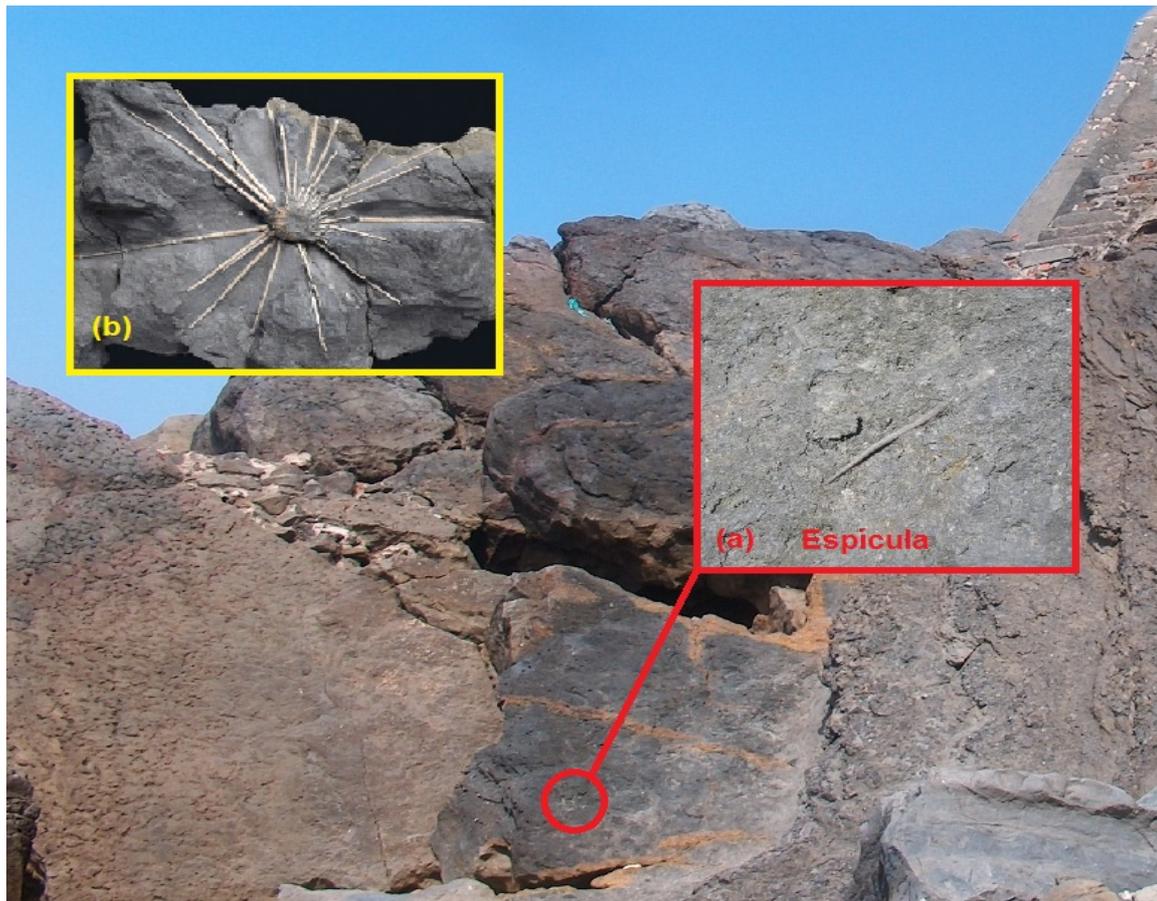


Figura 3.12 – Pormenor de uma radióla de *Hemicidaris* sp. (a), em comparação com um exemplar completo do Oxfordiano Superior. (Adaptado de www.lejurassique.com, 2011)

As noções de taxonomia e de fossilização (tafonomia) são aqui essenciais à interpretação pelos alunos das evidências líticas, sedimentológicas e paleobiológicas destes estratos, envolvendo conceitos como mineralização, relação entre o tipo de seres vivos e ambiente por comparação com análogos atuais (p.ex. equinodermes e o meio marinho) e a litologia da rocha e o ambiente deposicional (calcários e carbonatos de origem marinha).

Neste contexto, os estratos seguintes que se sobrepõem no topo da Pedra da Nau consistem em calcários com fração detrítica, biocalcareníicos, dispostos em barras tabulares algo grosseiras e mostrando uma associação com corais hermatípicos massivos, dispostos em pequenos recifes globulares (*patch-reefs*) e intercalados por passagens com valvas desarticuladas de ostreínos afins a *Exogyra* spp. (Ordem Ostreina, Família Gryphaeidae) e *Arcomytilus* (Ordem Mytiloidea, fam. Mytilidae).

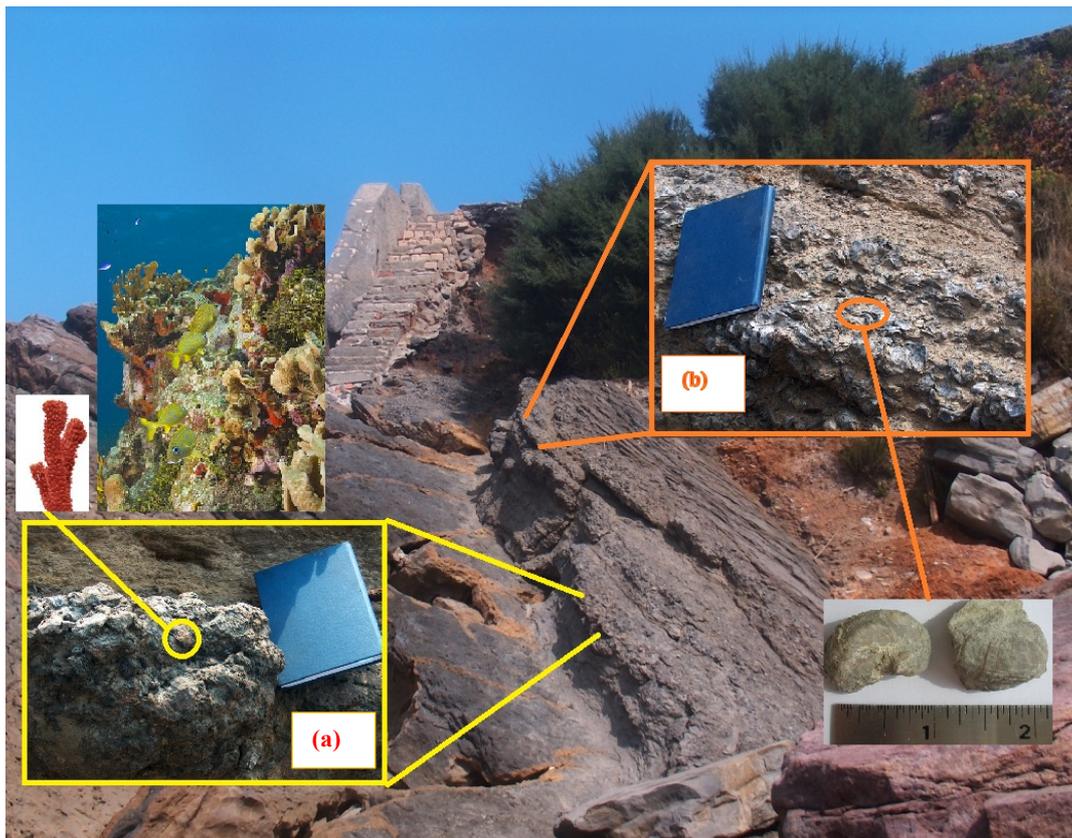


Figura 3.13 – Variações regressivas de fácies demonstradas a partir de evidências de associações fossilíferas: (a) corpos recifais com corais hermatípicos massivos e arbórescentes; (b) biostroma com concentrações de ostreínos e depósito tempestítico.

O conjunto de estratos marcados (T) na figura 3.10 inclui, na sua base, vestígios de corais e “ostras” (figura 3.13), passando seguidamente a uma sucessão de natureza tempestítica que inclui um biostroma com um empacotamento denso de espécimes e valvas desarticuladas de ostreínos similares aos anteriores. Segue-se, por sua vez, um depósito de alta energia (tempestito ou tsunamito) contendo concentrações densas e alóctones de corais hermatípicos fragmentados e rolados, misturados com valvas desarticuladas de *Exogyra* sp. Este conjunto é recoberto por pavimentos de bivalves (*Corbula*) e gastrópodes (Nerineídeos e pequenos arqueogastrópodes ainda inéditos) de meio salobro. Desta forma, as evidências presentes sugerem estarmos perante um contexto excecional, tanto do ponto de vista científico, como didático. Neste ficou registado, de modo extraordinário, a transição em contexto regressivo, de uma franja recifal e respetiva laguna protegida, mas aberta a influências marinhas, para uma laguna confinada, salobra, implicando um avanço gradual da paleolinha de costa, ocorrido em contexto regressivo e de progradação de sistemas aluviais (Callapez & Pinto, 2010). A respetiva evolução do quadro paleogeográfico terá sido dramática, envolvendo um ou mais episódios de carácter energético e destrutivo, os quais afetaram fortemente a

paisagem e comunidades bióticas locais, deixando um registo que mistura elementos de meio recifal e lagunar arrastados do seu ambiente original e ressedimentados em tafocenoses alóctonas. Estamos, assim, em presença de um ou mais eventos oceânicos de elevado poder energético e destrutivo, originados como resposta a eventos climáticos e/ou geológicos maiores que promoveram alterações na dinâmica do ambiente (figura 3.14).



Figura 3.14 – Aspeto das variações de fácies na base do “Complexo Carbonoso”:
Recifais e Tempestitos.

Quando em contexto pedagógico, os estratos ilustrados pela figura 3.15, ilustram, de modo evidente, a presença de restos de seres de paleoambientes menos profundos, encontrados em fácies tradutoras de meios de transição. Igualmente importante é facto de os fósseis estarem desarticulados e descontextualizados do processo normal de fossilização, colocando os alunos em tentativa de explicar alterações ambientais *post-mortem* e pós-fossilização, numa zona que esteve influenciada pela conjugação de fatores climáticos, geológicos e oceânicos, evidenciados pela interpretação das sequências tempestíficas.

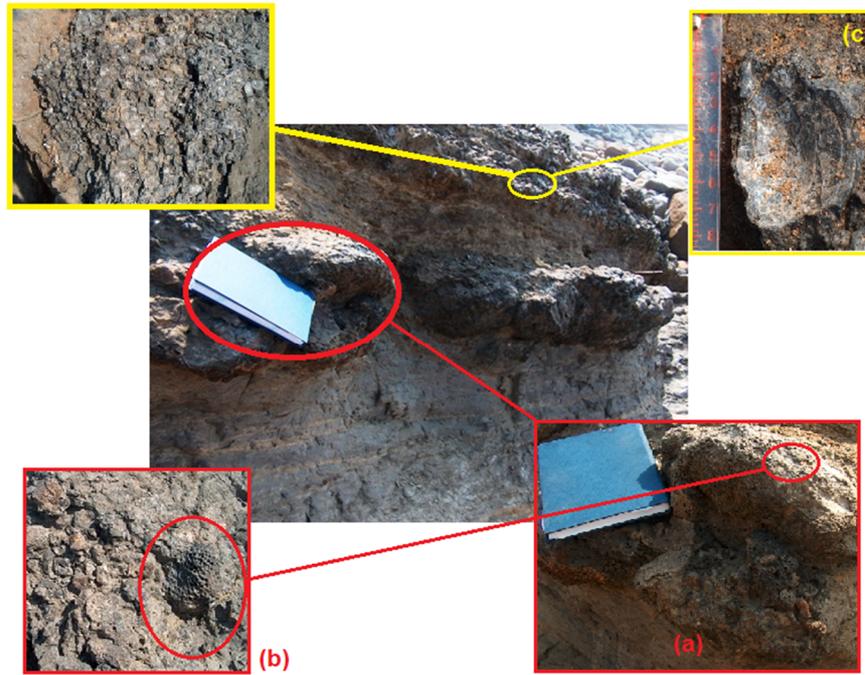
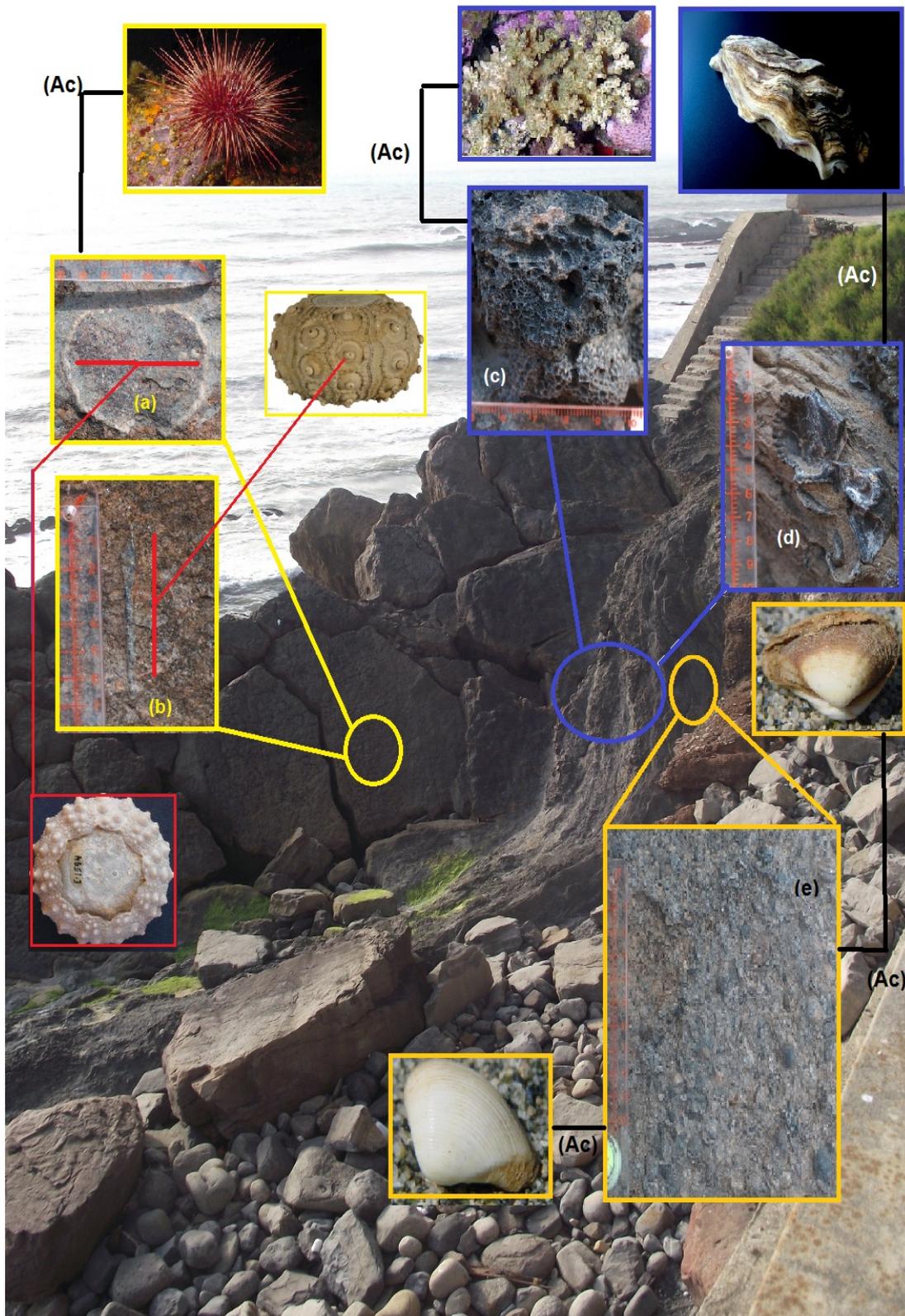


Figura 3.15 – Evidências fossilíferas da base do “Complexo Carbonoso”, incluindo depósito tempestítico. (a) *Patch-reefs*; (b) corais hermatípicos; (c) pormenor de valvas de “*Exogyra*” sp.

A presença de pavimentos monotípicos, identificados pela secção (a) da figura 3.10 de bivalves salobros, *Corbula* sp., *Ostrea* sp. e pequenos gastrópodes nerineídeos, acentua ainda mais as variações de fácies no sentido de regressão marinha, com a introdução de elementos lacustres salobros (figuras 3.16, 3.17).



Figura 3.16 – Pavimentos monotípicos de bivalves salobros e pormenor das valvas de *Corbula* sp. (a) em comparação com valvas de corbulídeos atuais (b).



Figura

3.17 – Panorâmica da base do “Complexo Carbonoso”, com associações fossilíferas e aplicação do princípio do atualismo (Ac) a taxonomias modernas. (a) teca e (b) radiola de *Hemicidarís* sp.; (c) coral hermatípico; (d) valvas de *Exogyra* sp.; (e) valvas de *Corbula* sp.

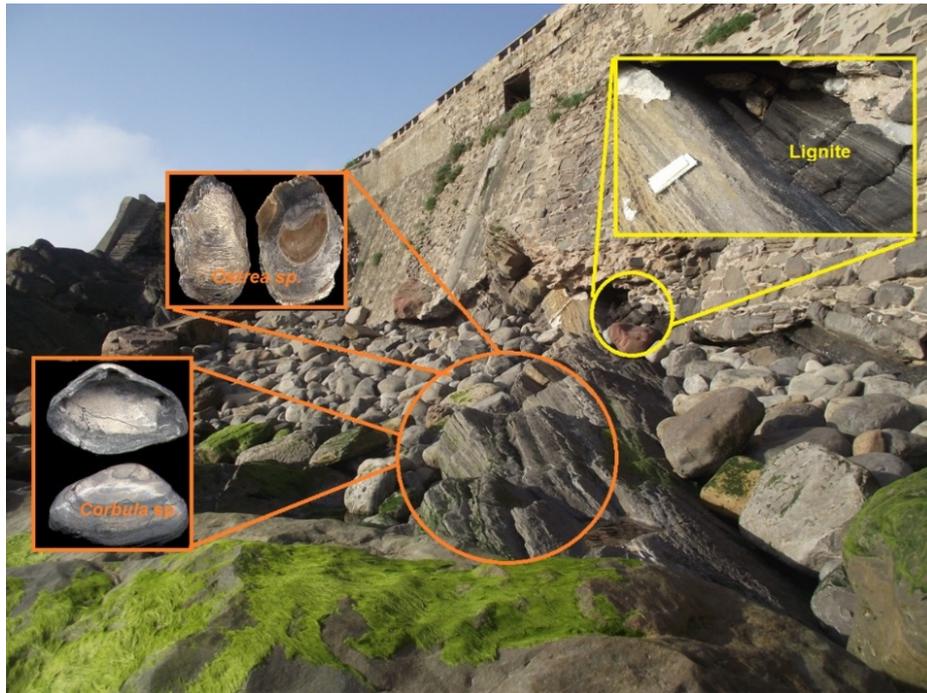


Figura 3.18 – Aspetos das bancadas inferiores ricas em bivalves de água salobra (“*Ostrea*” sp. e *Corbula* sp.) sobrepostas por veios de lignite, evidenciando o caráter marcadamente regressivo da sucessão e a vegetação luxuriante de cicadáceas que deveria existir nas proximidades.

As margas, margas xistosas e calcários margosos com fragmentos vegetais (figura 3.18), como *Otozamites* sp., dispõem-se em estratos finamente laminados de tom acinzentado, por entre os quais se intercalam leitos de lignite (Figura 3.19) e estratos lenticulares de arenitos grosseiros e conglomerados com figuras de canal (figura 3.20).



Figura 3.19 – Leitões de lenhite no seio de margas associados à presença de paleocanais drenagem fluvio-deltaica. Este facto evidência as características continentais destas fácies da paleolaguna do Oxfordiano Superior do Cabo Mondego.



Figura 3.20 – Evidências de uma zona lagunar, com formas de enchimento de canais fluviais (a) e estratos carbonosos (b) ricos em fragmentos vegetais como oogónios de algas carófitas (c).

Perante as fácies presentes, esta sucessão local de estratos regista sedimentação num paleoambiente aquático, lagunar, com fortes influências continentais que se refletem na paleofauna dulçaquícola aqui reconhecida, dominada por formas bentónicas (*Unio* sp.; *Planorbis* sp., *Paludina* sp. e outros gastrópodes de meios escassamente salinos), só encontradas na atualidade em meios confinados com substratos ricos em matéria orgânica, cuja prova é a presença de oogónios de carófitas (figura 3.20) e macrorrestos de plantas terrestres como *Otozomites* sp.

A sucessão destas evidências fossilíferas, mais especificamente a presença de leitos de lenhite, gastrópodes e bivalves de água salobra a doce, sugere que o paleoambiente inicialmente em contacto com o ambiente marinho terá ficado isolado e rodeado por zonas emersas ricas em coberto vegetal, criou condições favoráveis á génese de carvão. Este contexto constitui um bom exemplo para caracterizar o ambiente marginal de natureza lagunar em que se concentram grandes volumes de restos vegetais como os que, por incarbonização, deram origem aos leitos de carvão que foram intensamente explorados durante a Revolução Industrial. A existência desta lagoa continental também é possível de comprovar pela descoberta no local de figuras de enchimento de canais fluviais (figuras 3.19, 3.20), o que pode substanciar mais uma evidência do contexto regressivo em que terá evoluído o quadro

paleogeográfico, com consequente progradação de sistemas aluviais, cujos canais transportavam restos vegetais e sedimentos detríticos que se contrapunham com a sedimentação eminentemente carbonatada do meio aquático local.

Assim, segundo Callapez & Pinto (2010), no extremo sul da enseada afloram várias bancadas espessas de calcário fossilífero, com milhões de minúsculas cápsulas (oogónios) de algas carófitas (figura 3.20), indicadoras de meio aquático de água-doce. Na sua parte superior observa-se uma alternância de bancadas de calcários compactos com bancos de arenitos avermelhados e amarelados, nos quais se encontra registado o contra-molde uma pegada tridáctila de dinossáurio carnívoro do género *Megalosaurus* (*M. pombali*; Lapparent & Zbyszewski), sobreposta a um pavimento com contra-moldes de marcas de ondulação (figuras 3.21 e 3.22). A sucessão destes registos parece mostrar um retorno do paleoambiente lagunar ao de uma planície litoral com baixios arenosos carbonatados, expostos na baixa-mar.

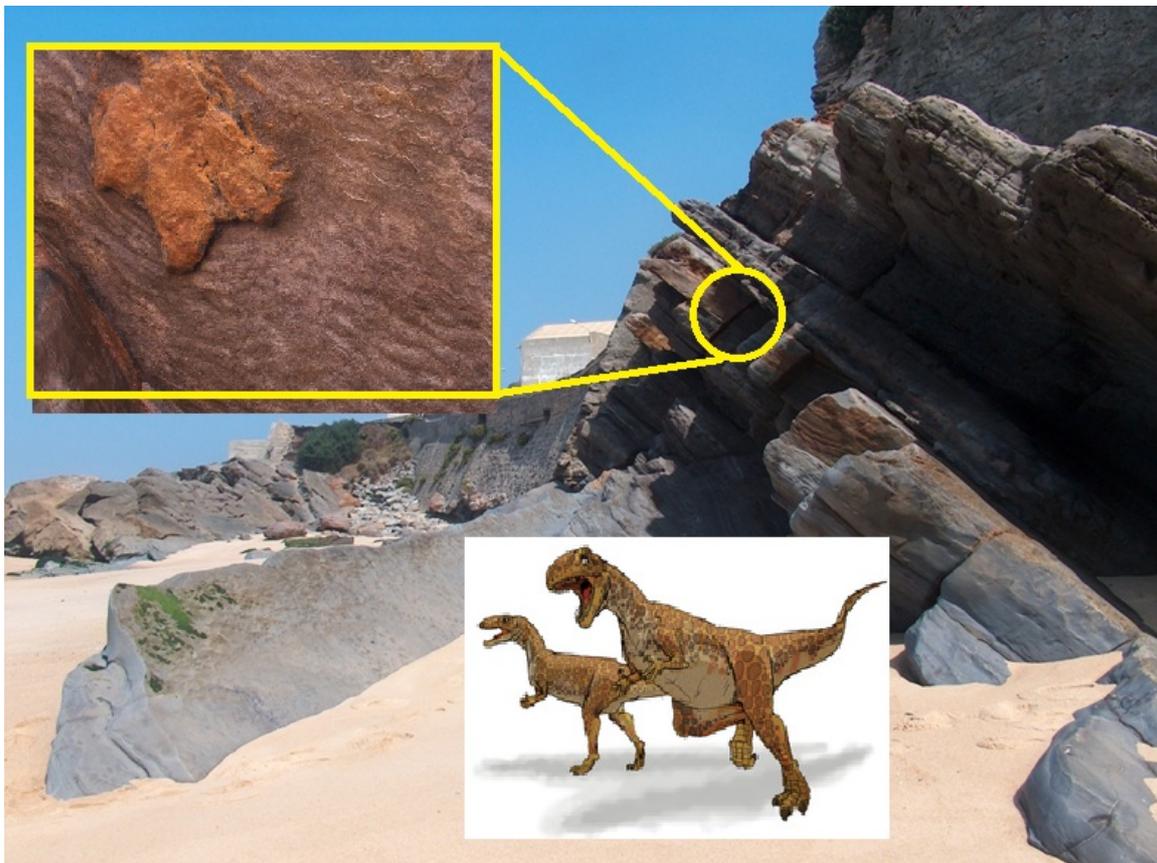


Figura 3.21 – Panorâmica e localização da pegada tridáctila de *Megalosaurus* sp. mais conhecida no local, em visão na base da bancada, rodeada por contra-moldes de marcas de ondulação (*ripple-casts*).



Figura 3.22 – Pormenor de marcas de ondulação (*ripple-casts*) com parte de um contramolde de impressão de dedo de dinossauro, evidenciando um ambiente litoral pouco profundo.

No estudo de campo e reconhecimento dos potenciais alvos de tratamento pedagógico, foi detetado a cerca de 10 metros desta localização, para Norte, já identificadas na bibliografia, mais algumas evidências de pegadas na mesma tipologia de bancadas. Aqui se podem também constatar icnofósseis de dinossauros (figura 3.23), muito provavelmente de *Megalosaurus* sp, devido ao reconhecimento quer de dimensões similares, quer de formas análogas ao contramolde ilustrado na figura 3.21, embora em algumas seja difícil, podendo ser facilmente confundido por marcas de alteração da rocha.

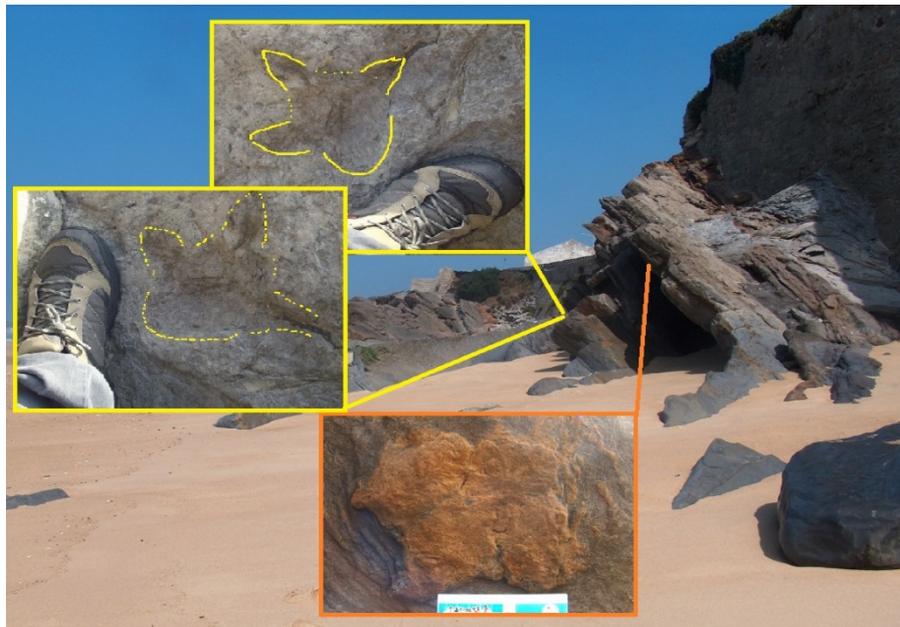


Figura 3.23 – Análise comparativa entre o contramolde de pegada tridáctila e outros moldes descobertos na proximidade, em bancadas inferiores do “Complexo Carbonoso”.

Apesar de não ser o principal objetivo do presente trabalho ficam referenciadas mais estas evidências (figuras 3.23, 3.24), que comprovam trabalhos cientificamente validados (Lapparent *et al.*, 1951; Lapparent & Zbyszewski, 1957) e que podem ser utilizados em contexto pedagógico, ou ainda, na argumentação da importância de geoconservação de todo este afloramento, apesar da pressão ambiental e antrópica a que está sujeito (Santos, 2003; Santos *et al.*, 2008).



Figura 3.24 – Pormenor de um provável molde descoberto na proximidade, em bancadas inferiores do “Complexo Carbonoso”, junto às camadas de carvão.

Em conclusão, a viagem empreendida através desta sucessão estratigráfica com cerca de 60 metros de espessura e abundantes litologias, estruturas e fósseis com caráter didático, permite inferir, no seu todo, a ocorrência de um episódio regressivo bem marcado, com o avanço progressivo da linha de costa e conseqüente recuo das águas do Proto-Atlântico, durante parte do Oxfordiano (figura 3.25).



Figura 3.25 – Organização do “Complexo Carbonoso”: (a) Margas e calcários em plaquetas; (b) Margas xistosas com leitos de lignite; (c) Bancadas calcárias com arenitos e micro-conglomerados de tom avermelhado.

3.3.2. “Calcários Hidráulicos”

Esta segunda unidade litostratigráfica informal atribuída ao Oxfordiano Superior, constitui uma sucessão algo monótona e em continuidade estratigráfica com a anterior, composta por alternâncias de calcários cinzentos-escuros e calcários margosos finamente laminados, com uma espessura total de 80 metros (figura 3.26). Revela-se, pelo contrário pouco fossilífera, embora aí tenham tido sido descobertos fragmentos e escamas de peixes holósteos do género *Lepidotus* (Vianna, 1939; Gonçalves, 1959), podendo ainda ser encontradas algumas das espécies de bivalves e de gastrópodes existentes na unidade anterior, para além de carófitas e de outras formas de água doce, mas já com a presença de fósseis de equinodermes. Este facto, assim como o tipo de litofácies persentes sugerem, possivelmente, o retorno a nova fase transgressiva, com possível abertura da lagoa e instalação de extensa planície litoral a infralitoral superior, precursora do paleoambiente presente na unidade superior das “Camadas marinhas ricas de lamelibrânquios” (Jurássico superior; Quimeridgiano inferior).

A identificação de pegadas de dinossáurios e de marcas de ondulação e de dessecação evidencia que estes calcários teriam tido origem em ambiente de planície litoral, pouco profundo e sujeito a ação continuada dos agentes de dinâmica costeira.



Figura 3.26 – Pormenor das bancadas constituintes da unidade “Calcários Hidráulicos” do Cabo Mondego.

CAPÍTULO IV

APLICAÇÕES PEDAGÓGICAS E MULTIMÉDIA

4.1. Introdução

Os instrumentos pedagógicos desenvolvidos baseiam-se numa clara relação entre uma aula de campo e a utilização de *software* especializado na georeferenciação (Contreras, 2006), de forma a colocar uma situação problema e implementar uma metodologia investigativa (Compiani & Carneiro, 1993) em que os alunos possam aplicar conhecimentos e competências prévias, inseridas na área envolvente à Escola. Neste sentido, a utilização de um roteiro virtual via Google Earth® e real via aula de campo satisfaz os requisitos, não só de estimular os alunos para a aprendizagem prática das Ciências da Terra, como também reduz o espaço novidade (Orion, 1989, 1993). Com efeito, ao terem contacto com o percurso e desafios via roteiro virtual numa aula prévia, os alunos são sensibilizados para as questões problema, materiais e informações acessórias, que poderão complementar uma conveniente aplicação do roteiro real e numa aula pós-saída, uma eficiente discussão dos resultados, dúvidas e conclusões, quer por consulta dos registos de campo, quer por consulta do roteiro virtual disponível (Orion *et al.*, 2000).

4.2. Planificação

A planificação quer dos instrumentos quer da intervenção, tem por base o modelo de Orion (1989; 1993; 2001), tal como ilustra a figura 4.1.

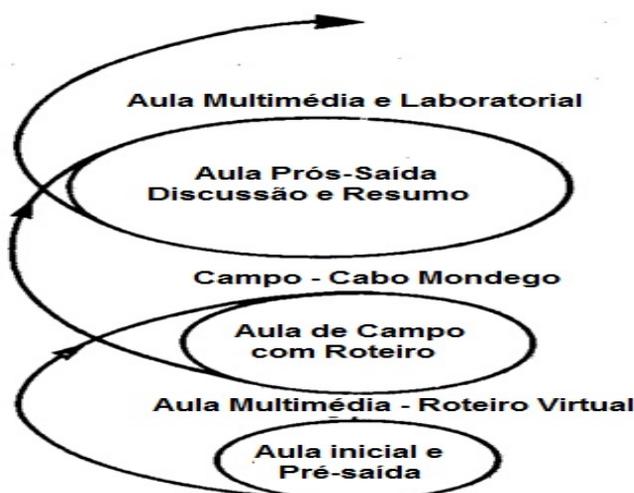


Figura 4.1 – A estrutura de aprendizagem do projeto de intervenção.

(Adaptado de Orion, 1989; Orion *et al.*, 2000)

A construção dos instrumentos pedagógicos associou-se a uma proposta de planificação, de desenvolvimento, aplicação e avaliação (Tabela I).

Tabela I - Proposta de planificação da intervenção.

Título	Uma Viagem Paleoambiental ao Jurássico Superior do Cabo Mondego.	
Nível de Ensino	Secundário	
Anos de Escolaridade	10 (ou 11º Ano)	
Disciplina	Biologia e Geologia	
Tema/Conteúdos	Sistemática/Taxonomia; Ambiente sedimentar e paleoambientes; Fácies e fósseis de Ambiente	
Conceitos	Ambiente; Espécie; Nicho Ecológico; Rocha Sedimentar; Calcário; Fóssil; Fácies; Paleoambiente	
Objetivos/Competências	<p>Promover o desenvolvimento de utilização das TIC</p> <p>Sensibilizar para a capacidade de observação e recolha de dados em Ciência.</p> <p>Promover o trabalho cooperativo em Ciência.</p> <p>Desenvolver a capacidade de interpretação e análise comparativa de dados de campo no presente para a inferência sobre a reconstrução paleoambiental, em Ciências da Terra.</p> <p>Sensibilizar para a função dos fósseis de fácies e para a necessidade da sua preservação.</p>	
Região	Afloramentos rochosos das arribas da Praia da Pedra da Nau no Cabo Mondego	
Métodos/Técnicas	<p>Aula de Pré-saída com diagnóstico e exploração virtual ao Percurso pelo Google Earth® em trabalho de grupo com pesquisa <i>online</i> utilizando uma <i>webquest</i> orientada em grupo.</p> <p>Saída de sampo com execução de roteiro específico com safari fotográfico/vídeo, em trabalho de grupo.</p> <p>Aula Pós-saída com revisita virtual ao percurso pelo Google Earth®, com a análise e discussão dos dados dos roteiros, virtual e de campo, com pós-teste.</p>	
Período e duração	<p>Setembro e outubro (ou fevereiro e março)</p> <p>Em aula: 90+45 minutos pré-aula (Laboratório Multimédia). Aula de Campo: 1 dia (de acordo com marés). Em aula: 90+45 minutos pós-aula (Laboratório Multimédia)</p>	
Recursos	Hardware	Sala Lab/Informática com 12 Pc' s ligados à Internet; máquinas fotográficas (ou telemóveis com câmara)
	Software	Google Earth® 7.0; Microsoft Word®; Microsoft Office Picture Manager®; Mozilla Firefox®
	On-line	www.youtube.com ; www.google.com
	Outros	Material de Campo: termómetros, bússolas; binóculos; Carta Geológica 19 C (Figueira da Foz); limão; martelos de geólogo; caixas transparentes de plástico; sacos; etiquetas
Avaliação	<p>Análise e discussão da <i>Webquest</i> de Grupo e roteiro de Campo.</p> <p>Diagnóstico e Pós-Teste de validação</p>	

A planificação descrita na Tabela I descreve a sequenciação do trabalho desenvolvido pelos alunos, na metodologia de Orion (1989) e na perspetiva de reduzir o espaço novidade (Bonito & Sousa, 1997), como ilustrado graficamente na figura 4.2

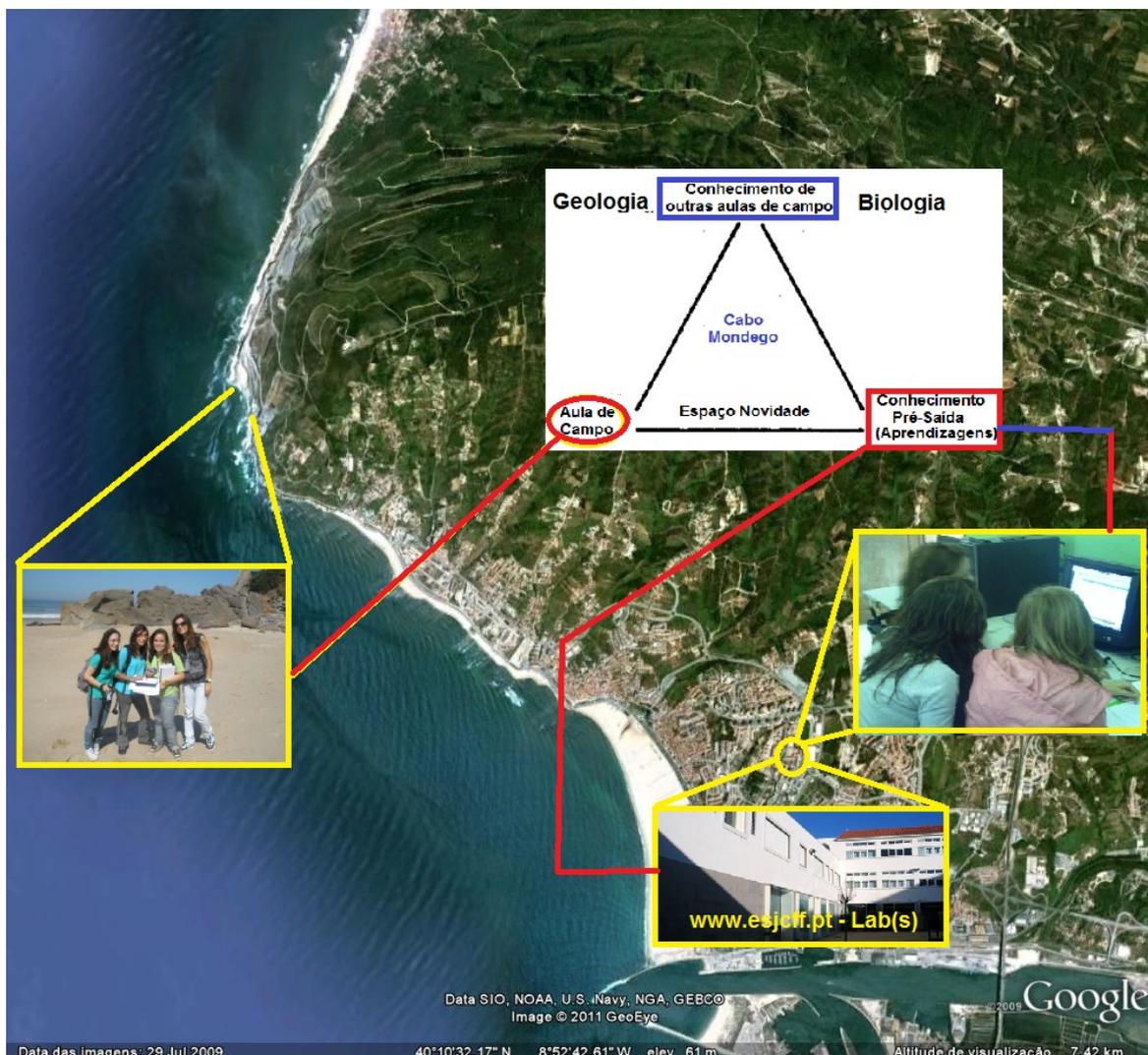


Figura 4.2 – Planificação esquemática da intervenção baseada em aula de campo virtual e real. (Adaptado de Google Earth® 2011; Orion, 1989)

A metodologia de trabalhado foi precedida e seguida pela aplicação de um teste diagnóstico e pós-teste, a fim de validar as aprendizagens significativas associadas aos conteúdos programáticos selecionados na intervenção. Assim em termos específicos, as três fases:

Fase I – Pré-Saída de Campo: numa primeira aula, após a aplicação de um teste diagnóstico individual, os alunos dispostos em grupos de 2 a 3 serão convidados a utilizar o ficheiro KMZ e a visualizar o percurso no Google Earth®, iniciando com uma visita guiada e posteriormente, através de uma exploração em grupo, com o objetivo de reconhecer os

desafios, locais, características e questão problema, durante o qual cada grupo de alunos terá de seguir a *webquest* orientada baseada no roteiro de campo digital – subcapítulo 4.3.

Fase II – Saída de Campo: com o auxílio de um roteiro especificamente desenvolvido (ANEXO III – Roteiro de Campo), todos os alunos irão passar por paragens de aprendizagem significativa, não visualizadas no Google Earth® na turma controle, preenchendo os dados recolhidos e respondendo às questões/tarefas parciais exigidas, em que a utilização de fotografia/vídeo será a forma de recolha adicional pretendida.

Fase III – Pós-Saída de Campo: cada grupo de 2 a 3 alunos terá que refletir, inferir e resumir as suas conclusões em resposta aos desafios e dados recolhidos pelo roteiro e pesquisa na *webquest*, regressando ao apoio do ficheiro KMZ e visualização no Google Earth®. O objetivo desta última é sistematizar as conclusões e resolver prováveis dúvidas relacionadas com a situação-problema lançada: *“Que tipos de paleoambientes estiveram presentes na deposição dos sedimentos a partir das quais se formaram as rochas da Pedra da Nau para Sul?”*

Uma semana após a intervenção, de forma individual, cada aluno irá responder ao teste diagnóstico, em situação de pós-teste, de forma a aferir validação dos instrumentos e grau de aprendizagens significativas.

4.3. Roteiro virtual pelo Google Earth® e Webquest Orientado de exploração

A elaboração do roteiro virtual em ficheiro de extensão KMZ foi desenvolvida graças, parcialmente, à formação adquirida em novembro de 2010, na Ação e Oficina de Formação CCPFC/ACC-63323/10: *“Aplicações pedagógicas com o Google Earth®: transporte o mundo para a sala de aula”*, com o Formador José Manuel Fernandes Manteigas e uma duração de 30 horas (15 horas de trabalho autónomo), correspondente a 1,2 unidades de crédito, sob a organização do Centro de Formação – Rede de Cooperação e Aprendizagem – CCEMS (ANEXO I – Cópia dos diplomas de frequência e certificação em recursos educativos digitais como o Google Earth®) e por trabalho autodidata seguindo o guião de exploração do Google Earth® Tutoriais, In: www.google.com/intl/pt-PT/earth/learn/, e guião (Manteigas, 2010) disponibilizado na oficina mencionada, com base em recursos disponíveis na página de *moodle* da disciplina In: <http://red.ccems.pt/>.

Quer o roteiro digital quer todo o material de apoio da oficina (*software* e guias), acompanham o presente capítulo na figura 4.5 em suporte digital.

A base do Google Earth® consiste em funcionar com imagens de satélite, sobre as quais, com simples programação informática e tendo como ponto de partida uma sistematização de imagens, texto e vídeos, se podem inserir marcadores numa dada zona específica. Por sua vez, podem associar-se balões de informação contendo imagem, vídeo ou texto e, com estes

marcadores, definir um determinado trajeto (figura 4.3) ao longo de uma dada área selecionada, realçando além de fotos dos locais, vídeos informativos, texto com *links* para outras páginas com mais informação. Assim sendo, o ficheiro KMZ construído, a fim de funcionar com as configurações adaptadas ao atual projeto, deverá ser aberto com o Google Earth® versão 5.2 ou 6.0, embora já exista a versão 7.1, com algumas incompatibilidades entretanto detetadas (versão beta), pelo que a versão anterior se encontra disponível para download livre in: <http://www.google.com/intl/pt-PT/earth/download/ge/agree.html>.



Figura 4.3 – Excerto das possibilidades do Google Earth® nos afloramentos selecionados.

(Fonte Google Earth®, 2011)

O Google Earth® como *software* de georreferenciação apenas funciona com ligação constante à internet. O ficheiro KMZ que acompanha o presente projeto, que foi construído

com funcionalidades inerentes ao *software* e um pequeno *software* de programação Komposer in <http://kompozer.net/>. Este último é bastante útil na conversão da fonte, cor e tamanho da letra dos textos a inserir nos balões de informação associados a cada marcador. As funcionalidades do Google Earth® são extensas, tal como o guião disponibilizado o pode explicitar. Para simplificar, é possível traçar a cor o trajeto que os alunos têm de seguir, inserir marcadores identificativos e descritivos, aos quais se associa texto, imagem, vídeo, desafios..., Além disso, com a funcionalidade tridimensional é possível realçar a forma geométrica de um dado local ou edifício.

O Ficheiro KMZ desenvolvido para utilização pedagógica, quando associado pelo menos com o *webquest* de exploração virtual, contém todas estas componentes de forma a conduzir o aluno nos afloramentos do Jurássico Superior. Com a exploração física e química do atual ambiente litoral e sua diversidade biológica, de uma forma simplificada, é lançado o desafio de viajar cerca de 150 milhões de anos no passado e, com base na análise cartográfica, litológica e cronológica dos afloramentos e, mais especificamente, com pistas acessíveis à faixa etária selecionada, de empreender a exploração sequencial de balões informativos, contendo imagens, texto, questões e vídeos, em trabalho colaborativo. A proposta é passar por caracterizar a litologia e o conteúdo fossilífero, para, a partir daí, reconstituir a evolução paleoambiental nas formações jurássicas (Oxfordiano Superior), especificamente ao longo dos estratos do “Complexo Carbonoso” e dos “Calcários Hidráulicos” que afloram nas arribas expostas da Pedra da Nau para Sul, procurando reconhecer evidências do ambiente atual próximo, ou do distante no passado.

Apesar dos adolescentes de hoje serem uma geração extremamente adaptável às TIC, a *webquest* (Anexo II) que acompanha este ficheiro pretende ser um documento orientador (Carlan *et al.*, 2010) da exploração do ficheiro e percurso, tal como os alunos o vão seguir em aula de campo, sendo um anexo ao roteiro de campo, lançando desafios que podem ser resolvidos pela consulta da informação disponibilizada mas complementada por uma pesquisa paralela e solicitando hipóteses que podem ser comprovadas na aula de campo

4.3.1. Estrutura e conteúdo do roteiro virtual KMZ

O Roteiro Virtual encontra-se programado em KMZ, apenas reconhecível pelo software Google Earth® com ligação constante à internet, como atrás se referiu. O desenvolvido para utilização pelos alunos apresenta uma estrutura que segue uma organização em árvore (Almeida *et al.*, 2006; Legoinha *et al.*, 2006), com informação científica, visual e/ou vídeo e hiperligações a referências bibliográficas acessíveis *on line* em balões de informação (figura 4.4).



Figura 4.4 – Excerto da organização do ficheiro KMZ, com evidência para o conteúdo de um balão informativo e interativo. (Adaptado de Google Earth®, 2011)

A fim de compreender a sequência de exploração do ficheiro (oxfordiano.kmz) que acompanha este trabalho, é importante apresentar a sequência de atividades no dito ficheiro, orientada para a estrutura do roteiro de campo.

A saber, na seguinte estrutura:

Percurso 1 / Traçado Vermelho (a iniciar geograficamente na estrada privada de acesso ao Complexo da Cimpor (Camargue)) – objetivo de contextualizar a importância do espaço físico.

“START/Entrada”: 2 balões informativos com vídeos sem legenda dos afloramentos do Jurássico Superior, próximos da estrada citada anteriormente, com informação textual introdutória.

“Geocarta/Geoescala”: 2 balões de informação gráfica adaptada de excertos da carta geológica à escala 1:50.000, folha 19 C (Figueira da Foz) e da escala cronoestratigráfica simplificada, esta última com link informativo.

“Monumento Natural”: balão vídeo, sobre a classificação do Cabo Mondego como monumento natural, com texto legenda em link a documento da Associação Portuguesa de Geólogos.

“Viagem no Tempo”: balão foto, legendado com a situação problema.

(Sub) Percurso 2 / Traçado Verde (a iniciar geograficamente junto ao miradouro da entrada das instalações do Complexo da Cimpor(Camargue)) – objetivo de relacionar entre o ambiente e o tipo de seres vivos na identificação do mesmo (fácies).

“Substrato”: balão foto, com descrição litológica dos afloramentos expostos na zona entre marés.

“Habitat”: balão foto, com descrição da ação abrasiva das águas oceânicas e sua relação com o zonamento ecológico pelo substrato, com link a documento pdf sobre ambiente entre marés.

“Ecossistema”: balão vídeo, em inglês descritivo das zonas entre marés.

“Ambiente”: balão vídeo, em inglês descritivo da diversidade biológica das zonas entre marés.

“Poças de Vida”: balão foto, com descrição simplificada da biodiversidade entre marés, na Figueira da Foz, com *links* a documentos pdf ilustrativos.

Percurso 1 / Traçado Vermelho (Continuação) (a iniciar geograficamente na entrada do Complexo da Cimpor (Camargue) até ao topo da arriba em frente da Pedra do Costado) – objetivo de contextualizar a importância do local físico.

“Ambiente Sedimentar”: balão foto, exemplo de evidências encontradas na análise de um ambiente sedimentar, incluindo descrição litológica, fossilífera e estruturas sedimentares, com *links* informativos.

“Oxfordiano Sul”: balão foto panorâmica, com descrição gráfica da organização Sul Norte das arribas na área.

Percurso 3 / Traçado Castanho (ao longo da estrada, Sul-Norte, que intervala o Complexo da Cimpor (Camargue) e as arribas da praia enseada da Pedra da Nau) – objetivo de trabalhar conceitos conceptuais básicos na interpretação dos afloramentos.

“Atividade experimental de Campo”: balão vídeo, demonstrativo da técnica de campo identificativa da presença de cristais do mineral calcite.

“Atividade prática de observação”: balão foto com imagem, adaptada de uma secção da arriba na aplicação de princípios básicos de Estratigrafia e ordenamento relativo dos corpos sedimentares e dos seus fósseis, com *link* informativo.

“Atividade de pesquisa Analítica”: balão foto com imagem adaptada á aplicação do Princípio das Causas Atuais (Uniformitarismo) e dos fósseis de fácies, com *links* informativos.

“Vale Verde”: balão foto, panorâmica geral Norte-Sul com identificação e organização das Formações geológicas alvo.

“Bioestratigrafia”: balão gráfico, com esquema legendado segundo área alvo.

“Paleoambientes”: balão vídeo, com descrição textual que lança a situação problema, para os afloramentos alvo.

Percurso 4 / Traçado Azul (ao longo da praia, partindo das escadas de acesso junto à Pedra da Nau, em direção Norte-Sul no sentido da Pedra do Costado) – objetivo de observação, interpretação e recolha de dados dos afloramentos principais.

“Aviso”: balão foto, com alerta textual para regras de segurança em arribas.

“Calcário da Nau”: balão foto, com descrição da litologia e conteúdo fossilífero.

“*Patch-reefs*”: balão foto, descritiva com conteúdo vídeo contextualizando o ambiente de formação atual.

“Biostromas”: balão foto, com descrição da litologia e conteúdo fossilífero,

“Tempestito”: balão foto, descritiva da sua litologia e organização.

“Lagoa salobra”: balão foto, com descrição da litologia e conteúdo fossilífero.

“Complexo Carbonoso”: balão foto panorâmica, descritiva da organização da Formação na arriba.

“Margas orgânicas”: balão foto panorâmica, descritiva da organização da litologia.

“Lenhite”: balão foto, descritiva com descrição da litologia e conteúdo fossilífero.

“Canais fluviais”: balão foto, descritiva de litologia associada a estruturas sedimentares evidenciadas.

“Flora”: balão foto, descritiva da presença de evidências de cicadáceas fósseis (*Otozamites*).

“Pegadas / *Megalosaurus*”: balões foto, descritivas da organização e vídeo contextualizado o tipo de fauna associada.

“Ripple-marks”: balão foto, descritiva da organização e vídeo laboratorial.

“Calcários Hidráulicos”: balão foto, descritiva da litologia e conteúdo fossilífero.

“FINAL”: balão foto panorâmica, segundo a organização Sul-Norte das formações ao longo das arribas.



Figura 4.5 – Suporte digital, em CD, onde se inclui o roteiro digital (ficheiro *oxfordiano.kmz*) e todo o *software* associado à sua construção.

4.3.2. Estrutura e conteúdo da Webquest de exploração do Google Earth®

A *Webquest* como um ambiente que envolve atividades orientadas para a pesquisa *on line*, em que algumas ou todas as informações com as quais os alunos interagem, consta dos recursos provenientes da Internet. Assim foi estruturada a que acompanha a exploração do roteiro virtual, descrito anteriormente, apresentando uma componente de aplicação prática de conceitos adquiridos em contexto formal, mas que se organiza acompanhado a exploração do ficheiro KMZ, descrito no subcapítulo anterior, contemplando indicações, questões/desafios e locais de registo de dados, inferências e hipóteses. A utilizada em paralelo com o ficheiro multimédia desenvolvido, encontra-se sequenciada no anexo II (ANEXO II – *Webquest* orientada de exploração do roteiro virtual).

4.3.3. Organização e estrutura do Roteiro de aula de campo

A escola onde ocorreu a intervenção, incluí no seu plano de atividades de enriquecimento curricular o denominado Projeto Local, no qual o Departamento Disciplinar de Ciências Naturais enquadra na planificação de todas as turmas do 10º ano do curso de Ciências Tecnologias com a disciplina de Biologia e Geologia, uma aula de campo dedicada à Geologia do Cabo Mondego. O roteiro de campo desenvolvido e que acompanha a presente dissertação segue as linhas orientadoras da metodologia de Nir Orion e foi planificado e construído em parceria entre todos os docentes que lecionaram o 10º ano (figura 4.6), no ano letivo em que se realizou a intervenção descrita.



Figura 4.6 – A equipa disciplinar responsável pela elaboração do roteiro de campo.
(da esquerda para a direita: Paula Índio, Marta Neto e Margarida Vicente)

Os docentes envolvidos realizaram duas visitas prévias ao local e selecionaram *in situ* as principais paragens, elaborando uma estrutura base que é refletida pela estrutura e organização de atividades e procedimentos descritos no anexo III (ANEXO III – Roteiro de Campo).

CAPÍTULO V

METODOLOGIAS E SUA AVALIAÇÃO

5.1. Introdução

O campo da educação científica beneficiou muito com os esforços para encontrar e estabelecer ligações fortes entre a teoria, a investigação e as práticas da aula (Mintzes & Wandersee, 2000). Qualquer atividade docente, seja de adaptação a instrumentos pré-existentes, seja de validação pedagógica de instrumentos desenvolvidos para a utilização numa dada área com o objetivo de promover aprendizagens significativas, deve obedecer a este pressuposto. O presente trabalho tinha também essa componente de validação dos instrumentos e sua avaliação.

5.2. Metodologia de Avaliação

A proposta de Metodologia, apresentada resumidamente na tabela I do capítulo IV, tinha por base de amostra duas turmas, D e E, de 25 alunos cada, de Biologia e Geologia do 10º ano da Escola Secundária com 3º CEB Doutor. Joaquim de Carvalho (Figueira da Foz). Ambas as turmas foram acompanhadas, em grupo de articulação, no biénio letivo de 2011/13, sendo apenas a E tutelada por mim no ano escolar da intervenção.

Na metodologia comum, ambas as turmas foram sujeitos à sequência planificada dos conteúdos programáticos, à subunidade do Tema I de Geologia 10, “Rochas, Arquivos da História da Terra”, onde ocorreu a intervenção, e novamente no final de fevereiro de 2013, na mesma subunidade incluída no Tema IV da Geologia 11, com o objetivo de reforço de lacunas detetadas no processo de ensino-aprendizagem e importantes na preparação dos alunos para o exame nacional.

Em termos de caracterização das turmas selecionadas, estas eram ambas relativamente homogéneas entre si, existindo em similares proporções de rapazes e raparigas (1/3 de sexo masculino para 2/3 do sexo feminino), origem em diferentes pontos do concelho da Figueira da Foz com frequência das Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico sem reprovações no registo biográfico e uma média global aproximada nas Ciências Naturais do 3º ciclo homogénea entre os níveis 3 – 4. Assim a seleção de turma similares entre si justifica-se na tentativa de maximizar o efeito do instrumento TIC como promotor de aprendizagens significativas para além das que podiam ocorrer com o TC.

É importante realçar que fora do controlo direto da intervenção estiveram fatores como o grau de exigência e a abordagem dos conteúdos dos docentes titulares das turmas D e E, que não foram os mesmos, embora pela articulação disciplinar se tenha estipulado a mesma planificação, metodologia de campo e instrumentos com a exceção do ficheiro KMZ e *webquest* orientadora.

Os instrumentos TIC desenvolvidos para a aula pré-visita, foram validados pedagogicamente pela frequência com sucesso de uma ação de formação sobre Google Earth® (ANEXO I).

Na intervenção propriamente dita, ambas as turmas foram sujeitas em comum a um conjunto de 3 aulas, antecedidas pela aplicação de um teste diagnóstico (Anexo IV) e às quais se seguiram um pós-teste, exatamente igual: 1 aula de pré-visita, 1 aula de campo com roteiro e 1 aula de discussão e sistematização (pós-visita), com correção dos dados recolhidos na aula de campo e respetivos desafios, estabelecendo as ligações com os conteúdos disciplinares. No caso da turma E, na primeira aula procedeu-se à exploração do roteiro virtual via Google Earth® com a *Webquest* (pré-visita), na aula de campo à exploração do roteiro de campo e, na terceira aula, à discussão e sistematização dos trabalhos realizados, com utilização do roteiro virtual. No caso da turma D, este roteiro virtual e *Webquest* associada não foram utilizados.

Após algum tempo decorrido procedeu-se à aplicação do mesmo teste, em situação posterior à aula de campo, em ambas as turmas.

5.3. Resultados e sua análise

A fim de simplificar a validação do instrumento TIC, decidiu-se apresentar apenas os resultados globais, em análise comparativa, relativamente à evolução de cada conteúdo selecionado nas duas turmas, tendo em conta a alternativa correta.

O estudo centralizou-se na globalidade de aprendizagens significativas no grupo-turma e não no aluno individualmente.

O instrumento de validação selecionado, quer prévio à intervenção quer pós-aula de campo (ANEXO IV), assumiu a forma de um diagnóstico / pós-teste simplificado de 4 questões de resposta fechada e uma questão de resposta aberta. As questões centralizaram-se na aprendizagem significativa de fóssil de idade, fóssil de fácies e na resolução de uma situação problema de um exemplo particular de reconstituição paleoambiental.

A apresentação simplificada dos resultados para cada questão fechada do instrumento de validação são apresentados na forma de percentagem de alunos que optaram pela alternativa correta, na situação de diagnóstico e pós-testes. Em que se verifica um aumento progressivo no número de alunos que acertaram corretamente antes e depois da aula de campo, não

existindo uma diferença que se possa considerar significativa entre as duas turmas, pelo que o impacto do roteiro digital não pode ser considerado como exemplar (figura 5). Em relação ao sucesso na resposta aberta, foi realizada apenas uma análise da taxa de presença de conteúdo científico simplificado em comparação com as respostas deixadas em branco, não se tendo aprofundado o desenvolvimento científico da resposta mas se atingia sucesso relativamente à presença de noção de evolução paleoambiental (figura 5).

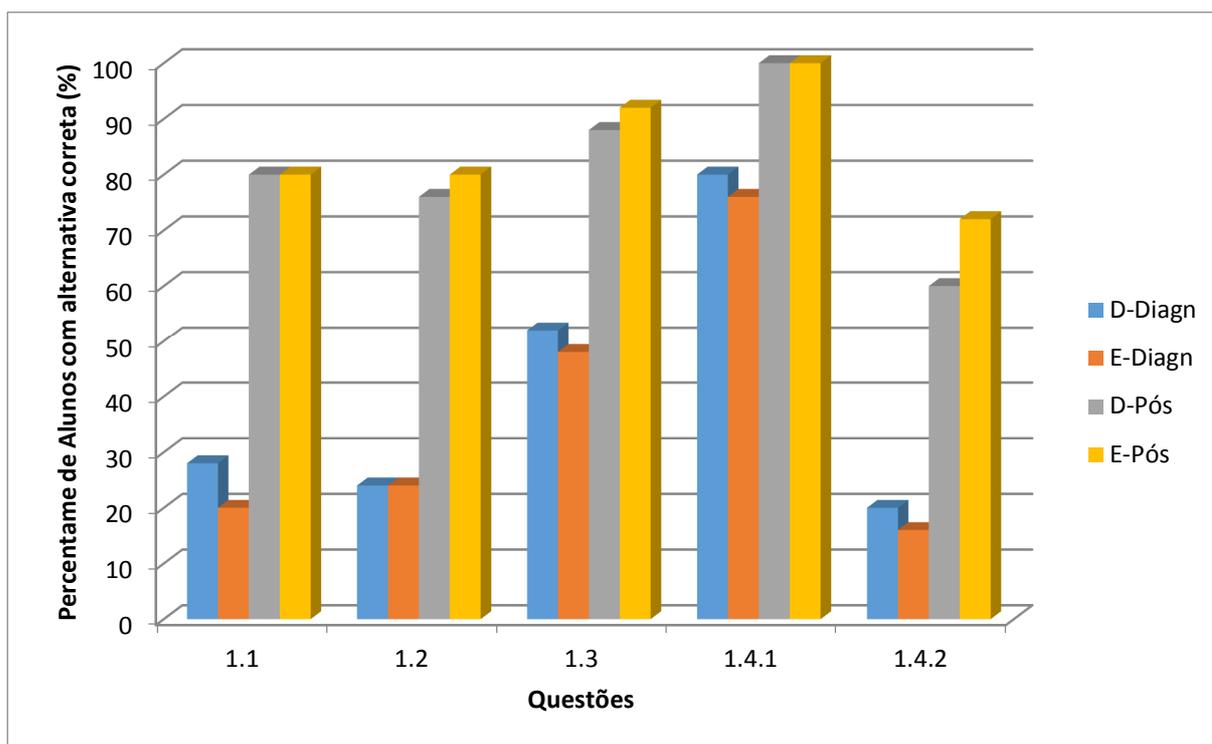


Figura 5 – Resultados globais e comparativos resultantes do instrumento de validação. (D – turma controle; E – turma com roteiro digital; Diagn – resultados da aplicação diagnóstica; Pós – resultados da aplicação numa situação pós-teste)

Ao analisarmos os resultados verificamos que não existem diferenças significativas globais entre a turma (E), onde se aplicou o roteiro digital com *webquest* orientadora e a turma controle (D). Ambas as turmas apenas tinha em comum a exploração de um roteiro de aula com respetivo TC.

Algumas explicações podem ser apontadas para o reduzido impacto do instrumento TIC:

(i) como em qualquer estudo caso, não pode existir generalizações nomeadamente quando a amostra é limitada a 50 alunos com professores titulares diferentes;

(ii) o Instrumento desenvolvido possuir excesso de informação relativamente ao explorado e exigido na aula de campo;

(iii) o instrumento desenvolvido ter sido implementado para alunos que, na sua maior parte, pretendem o prosseguimento de estudos na área da saúde e, no espaço escola, não se

sentiram motivados, a não ser pelos conteúdos a serem avaliados em tipologia de exame nacional;

(iii) a exploração em sala de aula do roteiro virtual e do *webquest* não ter sido eficaz pelo docente e a existência de um *deficit* no terceiro ciclo, quanto ao desenvolvimento de competências TIC na perspetiva do utilizador, na maioria dos alunos da turma E;

(iv) a probabilidade de existirem mais alunos da turma D em relação à E com competências bem desenvolvidas no TC em Ciências da Terra, por terem tido no terceiro ciclo do ensino básico ao nível da disciplina de Ciências Naturais, docentes que tenham promovido nas escolas de origem, quer por atividades práticas em laboratório quer em TC, o trabalho dos conteúdos selecionados e testados pelo instrumento de validação;

(v) o fato de nas questões selecionadas se terem utilizado termos cientificamente mais próximos do 11º ano de escolaridade e que tenham sido explicitados de uma forma simplista ao nível do 7º ano de escolaridade;

(vii) o tratamento dos dados se ter limitado exclusivamente à opção entre a considerada alternativa correta e outras alternativas, que apesar de incorretas induzem os alunos em erro, devido à sua formulação e por tal pode também evidenciar algum *deficit* na interpretação de termos científicos e de Língua Portuguesa. Aqui destaca-se a opção tomada na análise dos resultados do item 1.4.2, denominada questão aberta, cuja tipologia e correção muitas vezes levanta problemas nos exames nacionais.

Uma observação importante é que em todos os itens selecionados existiu uma progressão na taxa de seleção da alternativa correta por parte do grupo turma, o que poderá evidenciar a relação importante entre o TC e os conteúdos lecionados em Ciências da Terra, especificamente em Paleontologia. Da observação realizada em ambiente de campo constatou-se qualitativamente uma maior motivação nos alunos das duas turmas, essencialmente porque a maioria era a primeira vez que tinha contacto com a área selecionada.

Em termos de disponibilidade ao nível de equipamentos, logística e transporte dos alunos por parte da escola foi total e de nada condicionante nos resultados obtidos.

Por análise dos resultados não ficou claro uma relação direta de eficácia entre o instrumento digital desenvolvido e a evolução positiva das aprendizagens dos alunos, podendo estas ter ficado essencialmente a dever-se ao TC e ao trabalho desenvolvido na sala de aula.

5.4. Considerações finais

A aplicação de instrumentos TIC na sala de aula aumenta na globalidade a motivação dos alunos (Brilha & Legoinha, 1998; Carlan *et al.*, 2010), em que no caso do Google Earth® e instrumentos TIC de georreferenciação *online*, permite ao docente, ao aluno e ao grupo turma ter acesso interativo, informativo e orientador (Contreras, 2006; Maroto *et al.*, 2008; Monteiro & Ramalho, 2010).

No ensino de Ciências da Terra, a utilização das TIC, é uma ferramenta poderosa e complementar, mas não substitui o TC, pelo que a sua utilização, para além de bem enquadrada em termos programáticos, requer a seleção cuidada da informação a disponibilizar, qualidade e quantidade, reduzindo o espaço novidade (Capucho, 2009; Manteigas, 2010).

Por fim, é nosso entender que as TIC promovem o ensino aprendizagem em Ciências da Terra, desde que os alunos tenham também um contato direto com as amostras e/ou afloramentos em estudo (Dourado, 2006; Marques & Praia, 2009).

O resultado obtido além de resultar de uma análise simplificada é um estudo de caso, com as limitações já mencionadas e o seu resultado não pode ser generalizado, pelo que se tornam necessários futuros estudos de aferição por forma a demonstrar o real valor das TIC, em especial da metodologia baseada no software utilizado Google Earth®, na planificação selecionada.

A reformulação da metodologia, além de adequar o ficheiro KMZ, poderá passar pela reestruturação do instrumento de validação, seleção mais rigorosa do grupo-alvo e sequenciação das atividades a desenvolver associadas à intervenção, como o TC.

Por último no desenvolvimento deste trabalho fez surgir questões às quais não foi possível traçar respostas, dadas limitações metodológicas e pessoais, pelo seria importante em futuros projetos averiguar:

- a) Como seriam os resultados de alunos oriundos de outro meio sócio-cultural, com uma orientação vocacional para as TIC relacionada com um percurso académico mais profissionalizante, especificamente com a metodologia selecionada?
- b) Como seriam os resultados dos alunos se não tivesse existido o TC, ou seja, exclusivamente aula de campo virtual?
- c) Qual a real influência de software de georeferenciação nas mudanças de atitudes e comportamentos dos alunos?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aikenhead, G. (1994). *STS Education: International Perspectives on Reform*. New York. Teachers College Press. (Disponível em: <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/sts05.htm>).
- Alís, J.C. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II) – El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1), 66 – 69.
- Almeida, J.A., Kullberg, J.C., Caetano, P.C., Fernandes, P., Gomes, D., Barreiras, N, Vargas, H., Heitor, A. & Vaz, C. (2006) – Georoteiros, um portal científico para o ensino da Geologia e a divulgação de locais de interesse geológico (www.georoteiros.pt). In Mirão, J. e Balbino, A. (coords.) *Livro de Resumos do VII Congresso Nacional de Geologia*, II, 909-912.
- Alves, T. M., Moita, C., Sandnes, F., Cunha, T., Monteiro, J. H. & Pinheiro, L. M. (2006). Mesozoic–Cenozoic evolution of North Atlantic continental-slope basins: The Peniche basin, western Iberian margin. *AAPG Bulletin*, 90, 31-60.
- Alves, T. M., Gawthorpe, R. L., Hunt, D. W. & Monteiro, J. H. (2003). Post-Jurassic tectono-sedimentary evolution of the Northern Lusitanian Basin (Western Iberian margin). *Basin Research*, 15, 227-250.
- Amador, F., Silva, C. P., Batista, J. F. P., Valente, R. A., Mendes, A., Rebelo, D. & Pinheiro, E. (2001). Programa de Biologia e Geologia – 10º ano. (Disponível em: http://www.dgidc.minedu.pt/programs/prog_hom/biologia_geologia_10_homol_nova_ver.pdf).
- Amador, F., Silva, C. P., Batista, J. F. P., Valente, R. A., Mendes, A., Rebelo, D. & Pinheiro, E. (2003). Programa de Biologia e Geologia – 11º ano. (Disponível em: http://www.dgidc.minedu.pt/programs/prog_hom/biologia_geologia_11_homol_nova_ver.pdf).
- Aderson, D., Lucas, K.B. & Ginns, I.S. (2003). Theoretical perspectives on learning in an informal setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 177 – 199.
- Antunes, M. T. (2000). Paleontologia e Portugal. *Colóquio/Ciências*, 25, 54-75.
- Ash, D. (2003). Dialogic inquiry in life science conversations of family groups in a museum. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 138 – 162.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology – A Cognitive View*. Rinehart and Winston: New York.
- Azenha, M.O. (2003). Trabalho de campo em paleobiologia – uma abordagem didática com alunos de 7º ano de escolaridade. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Azerêdo, A.C., Cabral, M.C., Martins, M.J., Loureiro, I.M. & Inês, N. (2010). Estudo estratigráfico de um novo afloramento da formação de Cabaços (Oxfordiano) na região da Serra de Bouro (Caldas Da Rainha). *Comunicações Geológicas*, 97, 5 – 22.
- Azerêdo, A.C. & Wright, V.P. (2004). Multiscale signatures and events in carbonate systems (Middle to early Upper Jurassic, Lusitanian Basin). In Duarte, L.V. & Henriques, M.H. (Eds.) – *Carboniferous and Jurassic Carbonate Platforms of Iberia. Field Trip Guidebook of 23 IAS Meeting of Sedimentology*, 74 - 91. Imprensa de Coimbra.

Azerêdo, A.C., Wright, V.P. & Ramalho, M.M. (2002). The Middle-Late Jurassic forced regression and disconformity in central Portugal: eustatic, tectonic and climatic effects on a carbonate ramp system. *Sedimentology*, 49, 1339-1370.

Barata, L.F. & Jesus, S.D. (2008). 101 ideias e dicas para utilizar o quadro interativo multimedia e outras ferramentas. 30 pp. (Disponível em: http://www.academia.edu/183629/101_ideias_e_dicas_para_utilizar_o_quadro_interactivo).

Barbosa, R., Carneiro, C.D.R. & Signoretti, V.V. (2007). Google Earth e o ensino das Geociências. In: I Simpósio de pesquisa em ensino e história de Ciências da Terra. (Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/simposioensino/simposioensino2007/artigos/057.pdf>).

Bernardes, C. & Corrochano, A. (1989). *Depósitos litorales en el Jurásico superior del Cabo Mondego. Portugal. Geogaceta*, 6, 71-73.

Bernardes, C. & Corrochano, A. (1992). Depósitos controlados por tempestades no Jurássico superior do Cabo Mondego, Bacia Lusitana, Portugal. *Rev. Geociências Univ. Aveiro*, 7 (1-2), 125-140.

Bernardes, C. & Rebelo, D. (2006). A sedimentação mesozoica do cabo Mondego. In: Guia de Campo do XIV Simpósio sobre a enseñanza de la geología (Eds. J. Medina & M. Morgado & L. Marques), Universidade de Aveiro, Aveiro, 165-184.

Bernardes, C., Corrochano, A. & Reis, RP. (1998). Sistema de deltas entrançados do Jurássico superior do Cabo Mondego. Livro guia das excursões do V Congresso Nacional de Geologia, IGM, Lisboa, 71-75.

Blamire, R. (2000). Etre en ligne. In J.J. Scheffknecht (Ed.), *Les technologies de l'information à l'école: raisons et stratégies pour un investissement*. Strasbourg: Conseil de l'Europe.

Boonen, A. (2000). Pourquoi utiliser les technologies de l'information et de la communication dans le domaine de l'éducation? In J.J. Scheffknecht (Ed.), *Les technologies de l'information à l'école: raisons et stratégies pour un investissement*. Strasbourg: Conseil de l'Europe.

Bonito, J & Sousa, M.B. (1997). Atividades práticas de campo em geologia – uma proposta alternativa. Atas Didáticas/ Metodologias da Educação. Departamento de Metodologias da Educação do Instituto de Educação e Psicologia da Universidade do Minho, 75-91.

Bonito, J., Macedo, C.R. & Pinto, J.M.S (1999). Metodologia das atividades práticas de campo no ensino de geociências na formação inicial de professores: uma experiência em Pinhel. In: Educação em Ciências. *Atas do VII Encontro Nacional*. Coelho, A.C (Ed.), Escola Superior de Educação da Universidade do Algarve, 144-178.

Brilha, J. (2005). Património Geológico e Geoconservação – a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage, Braga.

Brilha, J. & Legoinha, P. (1998). Internet: uma nova estratégia para o Ensino das Ciências da Terra. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, 84, 2, H8-H11.

Brilha, J., Legoinha, P. & Butler, J. (1999). The Internet and the Geology teaching in Portugal. *Computers & Geosciences*, 25, 2, 205-206.

Brusi, D. (1992a). Reflexiones en Torno a la Didáctica de las Salidas de Campo en Geología (I): Aspectos Funcionales. In VII Simposio de Enseñanza de la Geología. Santiago de Compostela. 363-390.

Brusi, D. (1992b). Reflexiones en Torno a la Didáctica de las Salidas de Campo en Geología (I): Aspectos Funcionales. *In VII Simposio de Enseñanza de la Geología*. Santiago de Compostela. 391- 407.

Callapez, P. M. (2008). Subsídios para um roteiro geoturístico do litoral Português: o exemplo da Figueira da Foz. *In Lopes, F.C. & Callapez, P.M. (Eds.) – Por terras da Figueira*, 115-129. Ed. Kiwanis Clube da Figueira da Foz. Figueira da Foz.

Callapez, P.M. & Pinto, J.S. (2003). História natural das regiões de Montemor-o-Velho e Figueira da Foz: estratigrafia, paleontologia e arqueologia. *XXIII Curso de Atualização de Professores de Geociências*, Roteiro 4, Coimbra, 25 pp. (Disponível em: <http://www1.ci.uc.pt/cienterra/ect/cursoapg.html>).

Callapez, P.M. & Pinto, J.S. (2003). Importância Científico-Pedagógica e valor patrimonial do Cabo Mondego e da Serra da Boa Viagem. *Resumos do Iº Colóquio do Património Natural do Cabo Mondego e da Serra da Boa Viagem*, Figueira da Foz, 31 outubro de 2006, 4 pp.

Callapez, P.M. & Pinto, J.S. (2005). Tesouros geológicos e naturais da Região da Figueira da Foz: perspectivas de intervenção no Ensino Básico e Secundário. *Litorais, Revista de estudos figueirenses*, 3, 57-81.

Callapez, P.M. & Pinto, J.S. (2005). Carlos Ribeiro, Léon Paul Choffat & João Carrington da Costa – vultos da Geologia portuguesa homenageados na toponímia figueirense. *Litorais, Revista de estudos figueirenses*, 2, 21-32.

Callapez, P.M. & Pinto, J.S. (2010). Um laguna tropical no Jurássico Superior do Cabo Mondego. *Litorais*, 11, 95-116.

Canales, M. & Henriques, M.H. (2008). Foraminifera from the Aalenian and the Bajocian GSSP (Middle Jurassic) of Murtinheira section (Cabo Mondego, West Portugal): Biostratigraphy and paleoenvironmental implications, *Marine Micropalaeontology*, 67, 155-179.

Capucho, J. O. (2009). A Natureza na Aprendizagem Científica: o percurso pedestre como instrumento de um ambiente educativo – o Parque Natural de Sintra Cascais. Tese de Mestrado (não publicada), Universidade de Lisboa.

Carapito, M.C. (1994). Micropaleontologia, Estratigrafia e Paleoecologia do Caloviano-Oxfordiano na Região do Cabo Mondego. Tese de Doutoramento (não publicada), Universidade de Aveiro.

Carapito, M.C. (1998). Biostratigrafia do Caloviano-Oxfordiano do Cabo Mondego. Livro guia das excursões do V Congresso Nacional de Geologia, Lisboa, 65-69.

Carapito, M.C. (2008). Estratigrafia e biostratigrafia do Batoniano-Oxfordiano do Cabo Mondego (Perfil da Praia). *In Callapez, P.M., Rocha, R.B., Cunha L., Marques, J.F. & Dinis, P. M. (Eds.) - A Terra Conflitos e Ordem. Livro de Homenagem ao Professor António Ferreira Soares*, pp. 187-195. Ed. M.M.G.U.C., Coimbra, XXII + 478 p.

Carlan, F. A., Sepel, L. M. N. & Loreto, L. E. S. (2010). Aplicação de uma webquest associada a atividades práticas e a avaliação dos seus efeitos na motivação dos alunos no ensino da Biologia. *Revista Eletrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 261 – 282.

Cazé, J.F. (2011). O Uso do Google Earth no ensino aprendido de cartografia. Centro de Ciências Exatas e da Natureza. *Departamento de Geociências da Universidade de Paraíba*. (Disponível em: http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/disciplinas/cartografia/apostila_google.pdf).

CCEMS (2011). Quadros Interativos Multimédia. Recurso Web em: <http://moodle.crie.min-edu.pt/course/view.php?id=396>.

Contreras, L.M. (2006). Una propuesta en geomáhenes: google earth. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 14(2), 108- 117.

Chagas, I. (2001). Utilização da Internet na aprendizagem da Ciência. Que caminhos seguir? *Inovação*, 14, 3, 13-26.

Choffat, P. (1880). Etude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. Première livraison: Le Lias et le Dogger au Nord du Tage. *Memórias da Secção de Trabalhos Geológicos de Portugal*, 12, 1-72.

Choffat, P.L. (1885-86). Description de la faune jurassique du Portugal. Mollusques lamelibranches. Deuxième ordre – Asiphonidae. *Memórias da Secção de Trabalhos Geológicos de Portugal*, Lisboa.

Compiani, M., (1991). A Relevâncias das Atividades de Campo no Ensino de Geologia na Formação de Professores de Ciências. *Cadernos IG/Unicamp*. 1(2), 2-25.

Compiani, M. & Carneiro, C. (1993) – Os Papéis Didáticos das Excursões Gológicas – (Disponível em: <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/88098/140821>).

Caballer, M. (1993). Planteamiento de problemas como estrategia de aprendizaje en la enseñanza de la geología. In J. Albada *et al.*, *Aspetos didáticos de las ciencias naturales* (geología). Zaragoza: Universidad de Zaragoza. 105, 77-110.

Crespí, J.V., González, M. & Barreno, J.V. (2006). Moodle, una nueva herramienta para la enseñanza de la Geología. *Enseñanza de las Ciências de la Terra*, 14(1), 54 -61.

Díaz, M.J.M. (2002) – Enseñanza de las ciências? Para qué? *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciências*, 1(2). 10p.

Dodick, J. & Orion, N. (2003). Geology as na historical science: its perception within science and the education system. *Science & Education*, 12, 197 – 211.

Dourado, L. (2006). Conceções e práticas dos professores de ciências naturais relativas à implementação integrado trabalho laboratorial e do trabalho de campo. *Revista Eletrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 192 – 212.

Duarte, L. (1995). O Toarciano da Bacia Lusitaniana, estratigrafia e evolução sedimentogénica. Dissertação de Doutoramento, Universidade. de Coimbra.

Duarte, L. & Callapez, P.M. (1999). O Mesozoico da região de Coimbra – Figueira da Foz, um percurso no tempo. *APPBG*. Coimbra.

DRE (2008). Cabo Mondego – Monumento Natural. *Diário da República Eletrónico*. (Disponível em: <http://dre.pt/pdf1sdip/2007/10/19100/0709107092.pdf>).

Eça, T.A. (1998). *NetAprendizagem – A Internet na Educação*. Porto Editora. Porto.

- Ferreira Soares, A., Rocha, R., Elmi, S., Henriques, M., Mouterde, R., Almeras, Y., Ruget, C., Marques, J., Duarte, L. Carapito, M. & Kullberg, J. (1993). Le sous-bassin nord-lusitanien (Portugal) du Trias au Jurassique moyen: histoire d'un «rift avorté». *C. R. Acad. Sci. Paris*, 317, 2, 1659-1666.
- Felix, J.M., Sengo Isabel, C. & Chavez, R.B. (2009). *Geologia* 12. Porto Editora, Porto, 70 – 125
- Fontes, A. & Freixo, O. (2004). Vygotsky e a aprendizagem cooperativa – uma forma de aprender melhor. Lisboa, Livros Horizonte.
- Futuro, A., Leite, A.J., Marques, L. & Praia, J. (1996). O Campo e a Sala de Aula: Dois Espaços para a Construção da Unidade Necessária. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4(2), 140-141. (
- Galvão, C., Neves, A., Freire, A., Lopes, A., Santos, M., Vilela, M., Oliveira, M. & Pereira, M. (2001). Ensino Básico, Ciências Físicas e Naturais – Orientações curriculares para o 3º ciclo do Ensino Básico. (Disponível em http://www.deb.min-edu.pt/curriculo/Reorganizacao_Curricular/reorgcurricular_orientcurriculares.asp).
- Garcia de La Torre, E. (1994). Metodología y Secuenciación de las Actividades Didácticas de Geología de Campo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2.2 e 2.3, 340-353.
- García de la Torre, E., Sequeiros, L. & Pedrinaci, E. (1993). Fundamentos para el aprendizaje de la Geología de campo en Educación Secundaria: una propuesta para la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias dela Tierra*, 1(1), 11-18.
- Garcia, J.A.G. & Tuñón, M.J.I. (2004). El ciclo reflexivo-cooperativo: un modelo didáctico para la enseñanza de las ciências. *Revista Eletrónica de la Enseñansa de las Ciencias*, 3(2), 148 – 160.
- Garcia, M.J. & Martinez, J. M. B. (1993). Integración del trabajo de campo en el desarrollo de la enseñanza de la Geología mediante el planteamiento de situaciones problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 3(1), 153 – 158.
- García, M.L. & Ortega, J.G.M. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Eletrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 562 – 576.
- Gardner, H. (1993). *Frames of mind – the theory of multiple intelligences*. New York. Basic Books.
- Gomes, J.P. (1915-16). Descoberta de restos de sáurios gigantesco no Jurássico do Cabo Mondego. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 11, 132-134.
- Gonçalves, F. (1959). *Lepidotus* do Jurássico do Cabo Mondego. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 8, 3-6.
- Gil, D., Vilches, A., González, M. & Edwards, M. (2004). Las exposiciones y museos de ciencias como instrumentos de reflexión sobre los problemas del planeta. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências*, 1(1), 66 – 69.
- Guisasola, J., Azcona, R., Etxaniz, M., Mujika, E. & Morentin, M. (2005). Diseño de estratégias centradas en el aprendizaje para las visitas escolares a los museos de ciências. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências*, 2(1), 19 – 32.

Hiscott, R.N., Wilson, R., Gradstein, F.M., Pujalte, V., García-Mondéjar, J., Boudreau, R.R. & Wishart, H.A. (1990). Comparative stratigraphy and subsidence history of Mesozoic rift basins of North Atlantic. *AAPG Bulletin*, 74 (1) 60-76.

Henriques, M.H. (2001). A Ciência e os Media: a Geologia e o "Público" de janeiro de 1998. In: P. Dias & y C. Freitas (Org.), *Atas da II Conf. Intern. Challenges '2001/Desafios'2001* 177-198). Braga: Centro de Competência Nónio Século XXI da Universidade do Minho. On Line: <http://www.geopor.pt/GPref/Ect/media.pdf>.

Henriques, M. H. (2004). Jurassic Heritage of Portugal – State of the Art and Open Problems. *Riv. Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 10, 1, 389-392.

Henriques, M.H. (2006). O Bajociano do Cabo Mondego como recurso educativo de geociências". In: *As Ciências da Terra ao Serviço do Ensino e do Desenvolvimento: o Exemplo da Figueira da Foz*, Kiwanis Clube da Figueira da Foz, 51-61.

Henriques, M.H. (2007). Paleontologia – Uma ponte entre as Geociências e a Sociedade". In: *Paleontologia: Cenários de Vida*, Vol. 2, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 41-49.

Henriques, M.H. (2008). Ano Internacional do Planeta Terra e Educação para a Sustentabilidade. In: *Ciência-Tecnologia Sociedade no Ensino das Ciências – Educação Científica e Desenvolvimento Sustentável*, Universidade de Aveiro, 110-116.

Henriques, M.H. (2010). O Ano Internacional do Planeta Terra e a Educação para a Geoconservação. In: J.M. Cotelos Neiva, A. Ribeiro, L. Mendes Victor, F. Noronha, M. Magalhães Ramalho (Edts.). *Ciências Geológicas: Ensino, Investigação e sua História. Associação Portuguesa de Geólogos*, II, 465-474.

Henriques, M.H., Azerêdo, A. C., Duarte, L.V. & Ramalho, M.M. (2005). Jurassic heritage and geoconservation in Portugal: na overview. In: *Field Tripe Guide Book IV International Symposium ProGeo of Conservation of Geological Heritage* (Eds: M.H. Henriques et al.) Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Coimbra, 7- 15.

Henriques, M.H. & Ramalho, M.M. (2005). Jurassic heritage of Cabo Mondego (Central Portugal). In: *Field Tripe Guide Book IV International Symposium ProGeo of Conservation of Geological Heritage* (Eds: M.H. Henriques et al.) Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, Coimbra, 137 – 143.

Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (2007). *Em Busca dos Fósseis*. INETI. Versão Online no site do INETI. (Disponível em: http://e-Geo.ineti.pt/geociencias/edicoes_online/diversos/guiao_fosseis/indice.htm).

Jaén, M. & Bernal, J. M. (1993). Integración del Trabajo de Campo en el Planteamiento de Situaciones Problemáticas. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 1(3), 153-158.

Kali, Y., & Orion, N. (1997). Software for assisting high school students in the spatial perception of geological structures. *Journal of Geoscience Education*, 45, 10-21.

Kempa, R.F. & Orion, N. (1996). Students perception of cooperative learning in earth science fieldwork. *Research in Science & Technological Education*, 14(1), 33 – 41.

Krausshar, C.C. (2008). Estratigrafia e Biostratigrafia do Batonian-Oxfordiano do Cabo Mondego (Perfil da Praia). In Callapez, P.M.; Rocha, R.B.; Cunha L.; Marques, J.F. & Dinis, P. M. (Eds.) - *A Terra Conflitos e Ordem. Livro de Homenagem ao Professor António Ferreira Soares*, pp. 187-195. Ed. M.M.G.U.C., Coimbra, XXII + 478 p.

Kullberg, J.C., Rocha, R.B., Ferreira Soares, A., Terrinha, P., Callapez, P.M. & Martins, L. (2006). A Bacia Lusitaniana: estratigrafia, paleogeografia e tectónica. *In Geologia de Portugal no contexto da Ibéria* (R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha & J.C. Kullberg eds.). Universidade de Évora, Évora, 317-368.

Kullberg, J.C., Rocha, R.B., Soares, A.F., Rey, J., Terrinha, P., Callapez, P., Martins, L. (2006). A bacia lusitaniana: estratigrafia, paleogeografia e tectónica. *VII Congresso Nacional de Geologia*, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa. (Disponível em: http://dspace.fct.unl.pt/bitstream/10362/1487/1/Bacia_Lusitaniana%20%28VIICNG%29.pdf).

Lapparent, A. & Zbyszewski, G. (1957). Les dinosauriens du Portugal. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, n.s., 2.

Lapparent, A., Zbyszewski, G., Moitinho d'Almeida, F. & Veiga Ferreira, O. (1951). Empreintes de pas de Dinosauriens dans le Jurassique du Cap Mondego (Portugal). *C.R. Somm. S.G. France*, 14.

Legoinha, P., Pais, J., Santos, T & Moya-Balomares, M. E. (2006). Visita virtual (estratigráfica e paleontológica) à arriba fóssil da costa da Caparica. *In: Livro de Resumos do VII Congresso Nacional de Geologia* (Mirão, J. e Balbino, A. (coords.) Universidade de Évora, Évora, vol. II, pp. 837-840. (Disponível em: <http://metododirecto.pt/geopor/mod/resource/view.php?id=39>).

Lopes, J. & Silva, H.S. (2009). A aprendizagem cooperativa na sala de aula – um guia prático para o professor. Edições Lidel. Lisboa.

Loriol, P. (1890). Description de la faune Jurassique du Portugal. Embranchement des Echinodermes. *Memórias do Serviço Geológico de Portugal*, Lisboa.

Lourenço, J., Sousa, L., Gomes, S., Oliveira, A. & Sousa, J. (2010). Publicação de um roteiro geológico em plataforma WebSIG. *Revista eletrónica de Ciências da Terra e-Terra*, 22(6), 4pp. (Disponível em <http://e-terra.geopor.pt>).

Manteigas, J (2010). Guião de Exploração das Aplicações Pedagógicas com o Google Earth. (Disponível em: http://red.ccems.pt/file.php/62/manuais/guiao_googleearth.pdf).

Maroto, R.M., Morcillo, J.G. & Villacorta, J.A. (2008). Prácticas de campo y Tic: una webquest como atividade preparatoria de um itinerário en la pedriza (Madrid). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 16(2), 178-184.

Marques, L & Praia, J. (2009). Educação em ciência: atividades exteriores à sala de aula. *Terrae Didatica*, 5(1), 10 – 26.

Marques, L., Praia, J. & Trindade, V. (2001). Situação da Educação em Geociências em Portugal: Um confronto com a investigação didática. *In* L. Marques & J. Praia (Ed.), *Geociências nos currículos dos ensinós básico e secundário*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Martinho, T. & Pombo, L. (2009). Potencialidades das TIC no ensino das ciências naturais – um estudo de caso. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(8), 527 -538.

Mintzes, J.J. & Wandersee, J. H. (2000). Investigação no ensino e aprendizagem da ciência. *In: Ensinando Ciência Para a Compreensão, uma visão construtivista*; Mintzes, J., Wandersee, J.H., Novak, J.D. (ed.), (68 – 97), Lisboa, Plátano Edições Técnicas.

Mintzes, J.J., Wandersee, J.H., Novak, J.D. (2000). Aprendizagem significativa, reestruturação do conhecimento e mudança conceptual: sobre as maneiras de ensinar ciências para a compreensão. In: *Ensinando Ciência Para a Compreensão, uma visão construtivista*; Mintzes, J., Wandersee, J.H., Novak, J.D. (ed.), (pp. 286-304), Lisboa, Plátano Edições Técnicas.

Moleiro, R. & Henriques, M. H. & Pedrosa, M. A. (2004). Educação científica e cidadania via recursos naturais e trabalho cooperativo. In: *Perpectivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência*; Martins, I. P, Paixão, F., Vieira, R.M. (ed.), (225 – 229), Aveiro, III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências – Universidade de Aveiro.

Monteiro, A. & Ramalho, M. L. (2010). Trabalho de Campo em Geociências: proposta de formação de professores na Península de Setúbal. *Revista Electrónica de Ciências da Terra*, 15(14):1-4.

Moreira, A. M. & Buchweitz, B. (2000). Novas estratégias de ensino e aprendizagem. Lisboa, Plátano Edições Técnicas.

Moreira, J., Praia, J. & Borges, F. S (2002). La construcción de materiales didáticos en geología de campo: um estudo sobre alumnos de enseñanza secundaria. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 10(2), 185-192.

Morgado, M. M. (2001). O Trabalho de Campo em Geociências: Um Percurso de Investigação com Materiais Didáticos de Orientação Construtivista. Dissertação de Mestrado, Aveiro: Universidade de Aveiro.

Mezzomo, J. & Nascimento-Schulze, C. M. (2004). O impacto de uma exposição científica nas representações sociais sobre meio ambiente: um estudo com alunos do ensino médio. *Comunicação e Sociedade*, 6, 151 – 170.

Murphy, C. (2003). Literature Review in Primary Science and ICT. (Disponível em: http://www.futurelab.org.uk/download/pdfs/research/lit_reviews/Primary_School_Review.pdf).

Novak, J.D. & Gowin, D.B. (1996). Aprender a aprender. Plátano Edições Técnicas, Lisboa.

Nunes, I. & Dourado, L. (2009). Conceções e Práticas de Professores de Biologia e Geologia relativas à implementação de ações de educação ambiental com recurso ao trabalho laboratorial e de campo. *Revista Electrónica de la Enseñanza de las Ciencias*, 8(2), 671 -691

Orion, N. (1989). Development of a High-school Geology Course Based on Field Trips. *Journal of Geological Education*, 37, 13-17.

Orion, N. (1993). A Model for the Development and Implementation of Field Trips as an Integral Part of the Science Curriculum. *School Science and Mathematics*, 93(6), 325-331.

Orion, N. (2001). A educação em ciências da terra: da teoria à prática-implementação de novas estratégias de ensino em diferentes ambientes de aprendizagem. In: *Geociências nos Currículos dos Ensinos Básico e Secundário*, (93 – 113), Aveiro, Universidade de Aveiro.

Orion, N. (2003). The outdoor as a central learning environment in the global science literacy framework: From theory to practice. In V. Mayer (Ed.), *Implementing global science literacy* (pp.33-66). Ohio State University. (Disponível em: http://stwww.weizmann.ac.il/department40/publications/Nir/THE_OUTDOOR_AS_A_CENTRAL_LEARNING.pdf).

Orion, N. (2007). A holistic approach for science education for all. *Eurasia Journal for Mathematics. Science and Technology Education*, 3, 99-106.

Orion, N., Dubowski, Y., & Dodick, J. (2000). The educational potential of multimedia authoring as a part of earth science curriculum—A case study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 1121-1153.

Orion, N. & Fortner, W.R. (2003). Mediterranean models for integrating environmental education and earth sciences through earth systems education. *Mediterranean Journal of Educational Studies*, 8(1), 97-111.

Orion, N. & Hofstein, A. (1994). Factors that Influence Learning During a Scientific Field Trip in a Natural Environment. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(10), 1097-1119.

Orion, N., Kali, Y. & Eylon, B. (2003). Effect of knowledge activities on students perception of the earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(6), 545 - 565.

Oliveira, J. (2003). Iniciação à Paleontologia no espaço do Baixo Mondego – uma abordagem didática com recurso às tecnologias de informação e comunicação. Dissertação de Mestrado não publicada, Universidade de Coimbra, Coimbra.

In: <http://fossil.uc.pt/pags/geolestratbm.dwt>

Osborn, J. & Hennessy, S. (2003). Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions. Disponível em: http://www.futurelab.org.uk/download/pdfs/research/lit_reviews/Secondary_School_Review.pdf.

Pais, J. (1974). Upper Jurassic plants from Cabo Mondego (Portugal). *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, 19, 19-45.

Pais, J. (1977). Vegetais do Oxfordiano (Lusitaniano) de Leiria. *Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa*, 3, 101-119. (Disponível em: http://unl.pt/academia.edu/Jo%C3%A3oPais/Papers/498898/vegetais_do_Oxfordiano_Lusitaniano_de_Leiria).

Paixão, F. (2004). Mezclas en la vida cotidiana – una propuesta de enseñanza basada en una orientación ciência tecnologia y sociedad y en la resolución de situaciones problemáticas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciências*, 1(3), 20 -212.

Pedrinaci, E. (1996) – Sobre la persistência o no de las ideas del alumnado en geologia. *Alambique - Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7, 27-36.

Pedrinaci, E., Sequeiros, L.P., & Torre, G. (1994). El Trabajo de Campo v el Aprendizaje de la Geología. *Alambique*, 2, 37-45.

Pedrosa, M.A. & Henriques, M.H. (2003). Encurtando distânciasentre escolas e cidadãos: enredos ficcionais e educação em ciências. *Revista eletrónica de la enseñanza de las ciências*, 2 (3), 10pp.

Pérez, C.A. & Molini, A.M.V. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciência como espacios educativos no formales. *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciências*, 3 (3).

Pérez, D. G., Vilches, A. & Oliva J. M (2005). Década de la educación para el desarrollo sostenible. Algunas ideas para elaborar una estrategia global. *Revista Eureka sobre Enseñanza e Divulgación de las Ciências*, 2(1), 91–100.

- Pinheiro, L., Wilson, R., Pena dos Reis, R., Whitmarsh, R. & Ribeiro, A. (1996). The western Iberia margin: a geophysical and geological overview. *Proceedings of the Ocean Drilling Program Scientific Research*, 149, 3-23.
- Pinto, J.S. (1997). Contributo para a Recuperação Ambiental das Pedreiras Norte e Sul do Cabo Mondego. Dissertação de Mestrado (não publicada), Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Pinto, J.S. & Duarte, L.V. (1992). Roteiro geológico sobre as formações sedimentares da região da Figueira da Foz (Serra da Boa Viagem). *APPBG*, Coimbra.
- Pinto, J.S. & Callapez, P.M. (2006). O património mineiro do Cabo Mondego. *Litorais, Revista de estudos figueirenses*, 4, 67-80.
- Pinto, J.M. & Duarte, L.V. (1994). Aspetos geológicos da região da Figueira da Foz. Roteiro do Projeto de Defesa e Recuperação do Património natural e cultural da Serra da Boa Viagem. Esc. Prep. da Figueira da Foz.
- Praia, J. (1995). Formação de Professores no Ensino da Geologia: Contributos para uma Didática Fundamentada na Epistemologia das Ciências. O Caso da Deriva Continental. Dissertação de doutoramento. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Pinto, J.S. & Callapez, P.M. (2009). Sinistros ocorridos na Mina de Carvão do Cabo Mondego. *Litorais, Revista de estudos figueirenses*, 10, 43-54.
- Pinto, J.S. & Callapez, P.M. (2006). O património mineiro do Cabo Mondego e a sua importância museológica. *VII Congresso Nacional de Geologia, Abstract Book*, Estremoz, 969-972.
- Pujol, R.M. (2002). *Education Científica para la Ciudadania en Formacion. Alambique*, 32, 9 – 27.
- Reis, C. (2010). Visitas de estudo virtuais: como atividades de enriquecimento curricular em Ciências Naturais (7º ano). Tese apresentada à Universidade de Aveiro (Disponível em: ria.ua.pt/bitstream/10773/1430/1/2010001406.pdf).
- Reis, R.P. (2006). A região costeira a Sul do Cabo Mondego. Registo de paisagens e mares com 150 milhões de anos. In: *As Ciências da Terra ao Serviço do Ensino e do desenvolvimento – o exemplo da Figueira da Foz* (F. Lopes & P. Callapez, Coord.), Figueira da Foz, 41-49.
- Ribeiro, A., Antunes, M.T., Ferreira, P., Rocha, R.B., Soares, A.F., Zbyszewsky, G., Almeida, F. M., Carvalho, D. & Monteiro, J. (1979). Introduction à la géologie générale du Portugal. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.
- Rocha, J.N.C. (2010). O Monumento do Cabo Mondego – uma proposta para uma estratégia de geoconservação e de um plano de ordenamento. Dissertação de Mestrado. Departamento de Ciências da Universidade do Minho, Braga.
- Rocha, P.A.S.P. (2003). O Trabalho de Campo no processo de alfabetização científica dos cidadãos. Investigação desenvolvida na Praia de Lavadores – Vila Nova de Gaia. Dissertação de Mestrado, Departamento de Geologia, Universidade do Porto.
- Rocha, R., Manupella, G., Mouterde, R., Ruget, C. & Zbyszewski, G. (1981). Carta Geológica de Portugal na escala de 1:50.000. Notícia explicativa da folha 19-C Figueira da Foz. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

Rocha, R.B., Henriques, M.H., Soares, A. F., Mouterde, R., Caloo, B., Ruget, C. & Fernandez-Lopez, S. (1990). The Cabo Mondego section as a possible Bajocian stratotype. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 40, 49-60.

Rocha, R. B., Marques, J. F. & Soares, A. F. (1990). Les unités lithostratigraphiques du Bassin Lusitanien au Nord de l'accident de Nazaré (Trias-Aalenien). *Cahiers Université Catholique de Lyon, Série Science*, 4, 121-126.

Ruget-Perrot, Ch. (1961). Etudes stratigraphiques sur le Dogger et le Malm inférieur du Portugal au Nord du Tage. *Memórias dos Serviços Geológicos de Portugal*, n.s., 7.

Rennie, L.J., Feher, E., Dierking, L.D. & Falk, J.H. (2003). Toward an agenda for advancing research on science learning in out-of-school settings. *Journal of Research In Science Teaching*, 40(2), 112 – 120.

Santos, J.M. (1982). Complexo Industrial do Cabo Mondego. Sua origem e evolução através dos Tempos. Cadernos Municipais da Câmara Municipal da Figueira da Foz.

Santos, V.F. (2003). Pistas de dinossáurio no Jurássico-Cretácico de Portugal. Considerações paleobiológicas e paleoecológicas. Tese de Doutoramento (não publicada), Univ. Autonoma de Madrid.

Santos, V.F. (2008). Pegadas de Dinossáurios de Portugal. Museu Nacional de História Natural. Lisboa.

Santos, V.F., Silva, C.M. & Rodrigues, L.A. (2008). Dinosaur track sites from Portugal : scientific and cultural significance. *Oryctos*, 8, 77–88.

Sauvage, H. (1897-98). Vertébrés fossiles du Portugal. Contributions à l'étude des poissons et des reptiles du Jurassique et du Crétacé. *Direction des Travaux Géologiques du Portugal*, Lisbonne

Silva, C.M. (2008). *Fósseis de Exogyra*.

(Disponível em: <http://paleoviva.fc.ul.pt/almafossil/Exogyra/Exogyr01.htm>).

Silva, M. (2007). Sala de aula interativa. Quartet Editora, Rio de Janeiro.

Senabre, M.J. (1994). Resolución de Problemas y Aprendizaje de la Geología. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 2.3 e 2.2, 232-237.

Soares, A.F. & Rocha, R.B. (1984). Algumas reflexões sobre a sedimentação jurássica na Orla Meso-Cenozóica Ocidental de Portugal. *Memórias e Notícias, Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, 97, 133-142.

Soares, A.F., Lapa, M. & Marques, J.F. (1986). Contribuição para o conhecimento da litologia das unidades meso-cenozóicas da Bacia Lusitaniana a Norte do «acidente» da Nazaré (sub-zona setentrional). *Memórias e Notícias, Publicações do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra*, 102, 23-42.

Stofflett, R.T. (1994). Conceptual Change in Elementary School Teacher Candidate Knowledge of Rock-Cycle Processes. *Journal of Geological Education*, 42, 494 - 499.

Trowbridge, J.E. & Wandersee, J.H. (2000) – Organizadores gráficos guiados pela teoria. In: *Ensinando Ciência Para a Compreensão, uma visão construtivista*; Mintzes, J., Wandersee, J.H., Novak, J.D. (ed.), (pp. 100 -129), Lisboa, Plátano Edições Técnicas.

UNESCO (2001). Basic learning needs for learning to live together in the face of globalization. In: International Conference on Education - 46th session: Education for All for Learning to Live Together: Contents and Learning Strategies – Problems and Solutions. Geneva: UNESCO. /Disponível em: <http://www.ibe.unesco.org/International/ICE/46english/46doc2e.htm#bullet5>).

UNESCO (2008a). Education for Sustainable Development United Nations Decade (2005-2014). UNESCO. Disponível em: http://portal.unesco.org/education/en/ev.php-URL_ID=23279&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html).

UNESCO (2008b). Education for Sustainable Development United Nations Decade (2005-2014). Vision & Definition of ESD". UNESCO. (Disponível em: http://portal.unesco.org/education/en/ev.phpURL_ID=27279&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html).

Valadares, J (2001). Estratégias construtivistas e investigativas no ensino das ciências. Conferência no âmbito do Encontro "O Ensino das Ciências no Âmbito dos Novos Programas" em 4 de maio, Porto, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Vehí, M & Verd, J. (2004). El aula virtual: recursos didáticos en la red, foros, listas de correo electrónico e chats. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 12(1) 47-56.

Vianna, A. (1949). Um peixe do Lusitano do Cabo Mondego. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 30, 13-21.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind and society: the development of higher psychological processes*. Cambridge. (Cole, M., John-Steiner, J., Scribner, S. & E. Soubberman, (Eds.)) Harvard University Press (Disponível em: <http://research.kinasevych.ca/2010/05/vygotsky-1978-mind-in-society-the-development-of-higher-psychological-processes/>).

Wilson, R. (1975). Some examples of shoaling from the upper Jurassic of Portugal. In: *Tidal Deposits, a casebook of recent examples and fossil counterparts* (Ed. R. N: Ginsburg), Springer-Verlag, Berlin, 363 – 371

Wilson, R. (1988). Mesozoic development of the Lusitanian Basin, *Portugal*. *Rev. Soc. Geol. España*, 1, 393-406.

Wilson, R.C.L. (1979). A reconnaissance study of Upper Jurassic sediments of the Lusitanian basin. *Ciências da Terra, UNL*, 5, 53-84.

Wilson, R.C.L. (1983). Aspects of the Mesozoic Evolution of the Lusitanian basin. Portugal pointers for othe Atlantic Margin Basins? The Open University, England.

Wilson, R., Hiscott, R., Willis, M. & Gradstein, F. (1989). The Lusitanian Basin of west central Portugal; Mesozoic and Tertiary tectonic, stratigraphic and subsidence history, In: *Tankard, A. & Balkwill, H., Extensional tectonics and stratigraphy of the North Atlantic margins, AAPG Memoir*, 46, 341-361.

Wright, V.P. (1985). Algal marsh deposits from the upper Jurassic of Portugal. In: *Paleoalgology contemporary research and applications* (Eds. D.P. Tommey & M.H. Nitecki), Springer-Verlag, Berlin, 330-340.

ANEXOS

ANEXO I



Rede de Cooperação e Aprendizagem - Centro de Formação

Registo n° CCPFC/ENT-AE-1022/08

CERTIFICADO

Certifica-se que o (a) Educador(a) / Professor(a)

Rui Jorge Sousa Simões

Concluiu com aproveitamento a seguinte acção de formação

Aplicações Pedagógicas com o Google Earth: Transporte o mundo para a sala de aula

Acreditada no âmbito da Didáctica Específica dos seguintes grupos: 200, 230, 400, 420, 430 e 520.

Certificada pelo C.C.P.F.C com o código CCPFC/ACC-63323/10

Duração(Horas): 15P +15TA

Modalidade: Oficina de Formação

Data de Início: 23-10-2010

Data de Fim: 24-11-2010

Formador(es): José Manuel Fernandes Manteigas

Local: Estádio Municipal de Leiria

Obtendo as seguintes Unidades de Crédito 1,2 - (Uma vírgula dois) , equivalente a um nível de desempenho de

Excelente - 10 (dez)

valores, numa escala de 1 a 10.

O presente certificado vai ser assinado pelo Director e autenticado com carimbo em uso deste Centro de Formação.

O Director do Centro de Formação

António Carvalho Rodrigues



Agrupamento de Escolas da Batalha - 2440-062 BATALHA - Telefone: 244766244 - Fax: 244768346
Correio electrónico: cfrca@ccems.pt - Internet: <http://rca.ccems.pt>



Rede de Cooperação e Aprendizagem - Centro de Formação

Registo n° CCPFC/ENT-AE-1022/08

CERTIFICADO

Certifica-se que o (a) Educador(a) / Professor(a)

Rui Jorge Sousa Simões

Concluiu com aproveitamento a seguinte acção de formação

Aplicações Pedagógicas dos Recursos Educativos Digitais

Para os efeitos previstos no artigo 5º, do Regime Jurídico da Formação Contínua de Professores, a presente acção revela para efeitos de progressão em carreira de Educadores de Infância e Professores dos Ensinos Básico e Secundário.

Certificada pelo C.C.P.F.C com o código CCPFC/ACC-65871/11

Duração(Horas): 15P+15TA

Modalidade: Oficina de Formação

Data de Início: 08-07-2011

Data de Fim: 17-10-2011

Formador(es): José Manuel Fernandes Manteigas

Local: Laboratório do CCEMS em Leiria

Obtendo as seguintes Unidades de Crédito 1,2 - (Uma vírgula dois) , equivalente a um nível de desempenho de

Excelente - 10 (dez)

valores, numa escala de 1 a 10.

O presente certificado vai ser assinado pelo Director e autenticado com carimbo em uso deste Centro de Formação.

O Director do Centro de Formação

António Carvalho Rodrigues



Agrupamento de Escolas da Batalha - 2440-062 BATALHA - Telefone: 244766244 - Fax: 244768346
Correio electrónico: cfrca@ccems.pt - Internet: <http://rca.ccems.pt>



ANEXO II

Escola Secundária 3º CEB		Biologia e Geologia 11
	 Ministério da Educação	
Dr. Joaquim de Carvalho	Roteiro <i>Webquest</i>	2011/12

Aluno(a) _____ Turma ____ Nº ____

INTRODUÇÃO

A Internet é uma fonte importante de informação sobre diversas temáticas relacionadas com a Biologia e a Geologia, em que o instrumento de *webquest* é útil ao ser associado com a informação existente e publicada no Google Earth®. As rochas sedimentares são excelentes arquivos da história geológica e biológica, em que, ao analisarmos as características macroscópicas exibidas por uma dada rocha, podemos de forma relativa contar uma história sobre o seu ambiente de formação e propor hipóteses para as condições físicas e químicas existentes na altura da sua formação e os seres vivos existentes ao tempo, inferidos pelos fósseis existentes (Figura 1).

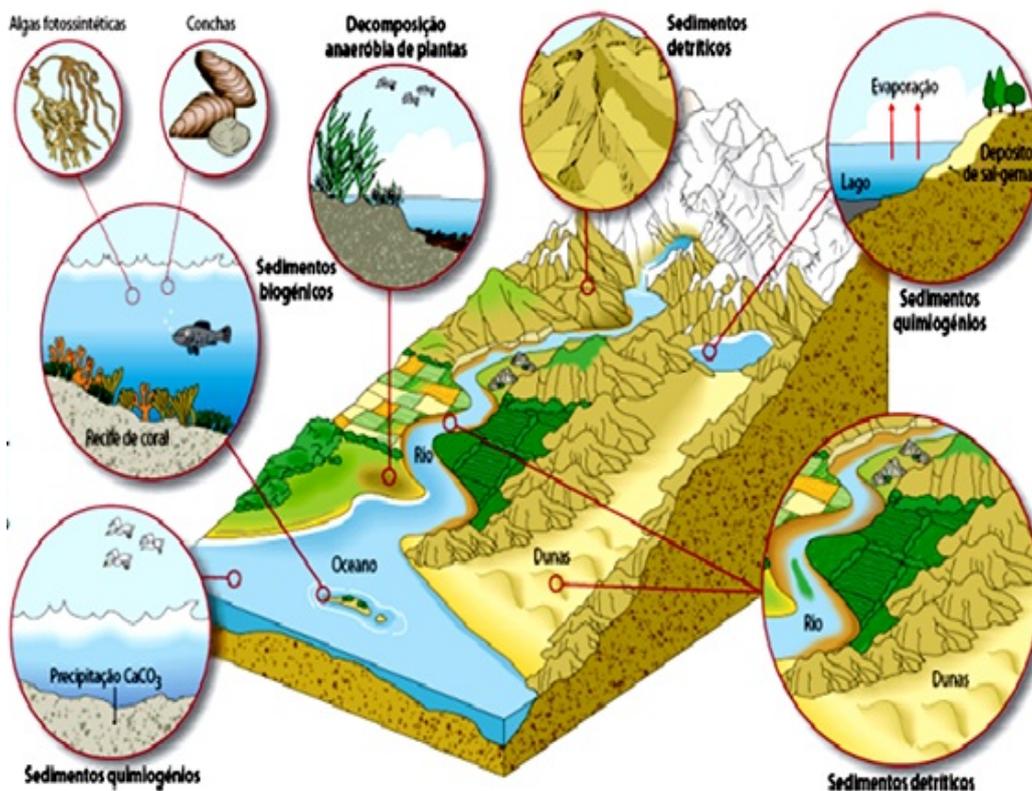


Figura 1 – Enquadramento de várias tipologias de ambientes sedimentares (Adaptado de www.netexplica.com).

Tarefa 1: *A História de uma Rocha e a Reconstituição do Ambiente - Paleoambientes*

1 – Observa a figura 1 que representa a diversidade de ambientes sedimentares conhecidos.

1.1 – Estabeleça a correspondência entre cada um dos ambientes de sedimentação seguintes e os números da chave.

Chave: I – Fácies marinha; II – fácies continental; III – fácies de transição.

A- Deserto___; B – Lago___; C – Glaciar___; D – Delta___; E – Praia___;
F – Plataforma Continental___; G – Mar profundo ___; H – Mar pouco profundo___;
I – Lago salgado___; J – Pântano___

1.2 – Estabeleça a correspondência entre as afirmações seguintes e as letras dos ambientes de sedimentação que lhe correspondem.

1 – Biogénico, onde a decomposição anaeróbia das plantas origina turfa. ___

2 – Quimiogénico, onde a evaporação das águas salgadas leva à formação de halite e gesso. ___

3 – Quimiogénico, em que variação das condições físico-químicas das águas conduz à precipitação de calcite. ___

4 – Biogénico, onde a atividade de organismos com concha leva à formação de calcite. ___

5 – Detrítico, constituído por siltes e argilas transportadas pelas correntes oceânicas. ___

6 – Detrítico, constituído por siltes e argilas transportadas pelas ondas e marés. ___

7 – Detrítico, constituído por balastos e areias transportados pelas ondas e correntes de maré. ___

8 – Detrítico, constituído por areias transportadas pelo vento. ___

9 – Detrítico, caracterizado por sedimentos de variadas dimensões transportados pelo gelo. ___

10 – Detrítico, constituído por areias, siltes e argilas transportadas pelos rios, ondas e correntes de maré. ___

Tarefa 2 – *Exploração de percurso geológico com o Google Earth®*

Desafio Multimédia: as rochas sedimentares que encontrares na Escola tal como as encontradas em afloramentos naturais, fornecem informações sobre o ambiente de formação e por vezes sobre os seres que viveram na mesma época e local. Assim, utilizando o Google Earth® é-te proposto tentar preparar uma saída de campo à zona litoral entre Buarcos e o Cabo Mondego.

A questão problema que se lança é: **“Uma Viagem Paleoambiental ao Cabo Mondego.**

Como identificar os ambientes que terão existido no passado?”

📁 Terás oportunidade de preparar esta saída realizando uma visita virtual ao percurso que iremos fazer na próxima aula, utilizando para isso o programa Google Earth associado à internet, com o computador atribuído ao teu grupo. Vamos começar...

📌 **Indicações Prévias:** no Ambiente de trabalho do computador do teu grupo encontra-se um ficheiro intitulado “Viagem Paleoambiental”, no qual deves clicar para abrir. Como observas sob a zona litoral do Cabo Mondego, verificas a presença de marcadores e linhas de percurso a cores que os unem. Ao clicar em cada marcador abre-se uma caixa de informação com conteúdos diverso sobre o local (texto, imagem, vídeo, ...), em que em algumas caixas no texto aparecem palavras sublinhadas que são hiperligações, nas quais podes clicar pois são *links* para informação adicional.

🗺️ **Exploração Virtual do Roteiro:**

Vamos realizar uma viagem virtual com o Google Earth, seguindo as etapas:

(i) Procura, na secção locais, à esquerda do monitor, o título, **Introdução Guiada** e clica em *Play* para visualizar.

(ii) Agora na mesma secção, procura o título, **Start (Início)** e clica nele.

(iii) Procura na secção locais, o título, **Entrada** e clica nele duas vezes

(iv) Seguindo o percurso vermelho, explora esta secção do percurso clicando sobre os ícones, uma vez e resolve a atividade **Geocarta, Geoescala e Geomonumento**, fazendo o enquadramento na escala de tempo geológico dos afloramentos a visitar, nomeadamente: Era, Período, Andar e intervalo de tempo.

R: _____

(v) Agora irás fazer um pequeno desvio. Pelo percurso traçado a verde, explora a simbologia.

🎯 **Desafio:** Os afloramentos rochosos são a base de um ambiente típico da costa Portuguesa, especificamente a da Figueira da Foz, observável quando a maré baixa ao longo de Buarcos. Inference sobre a relação ambiente e tipologia de seres vivos associados.

R: _____

(vi) Regressando ao percurso traçado a vermelho, explora, observa e analisa a informação no marcador **Jurássico Superior**.

🎯 **Desafio:** ao aplicares o Princípio das Causas Atuais, hipotiza o que te indica a presença de fendas de dessecação preservadas neste afloramento.

R: _____

(vii) No seguimento do percurso vermelho o último marcador, Ambiente Sedimentar, introduz uma panorâmica geral do local e apela para várias competências de observação, experimentação e interpretação, em **desafios**, que terás que desenvolver nos afloramentos específicos. Assim, seguindo o percurso castanho, analisa cada atividade e propõe uma possível resposta.

Atividade experimental de Campo _____

Atividade prática de Observação _____

Atividade de Pesquisa Analítica _____

(viii) No final do percurso castanho irás encontrar informação sobre a organização, extensão e características litológicas, paleontológicas e sedimentares, de forma a poderes resolver ao longo do percurso azul alguns desafios, com base na exploração de informação disponibilizada em múltiplos marcadores, associados a pontos-chave de estratos de rocha que permitem resolver a situação problema:

“Qual(ais) será(ão) o(s) Paleoambiente(s), sob que condições se formou(formaram) este(s) Paleoambiente(s)?”

(ix) A visita virtual estará organizada tal como a aula de campo, pelo que ao longo do próximo percurso (na realidade cerca de 200 metros), em pontos estratégicos de estratos de duas unidades litoestratigráficas do Oxfordiano Superior (Jurássico), um conjunto de pistas será fornecida com o conseqüente desafio de caracterizar o ambiente marcado por essas pistas e, com a evolução ao longo dos estratos, tentarás avaliar a evolução ambiental.

☉ Registos das Principais Inferências



Bom Trabalho!

ANEXO III

Escola Secundária 3º CEB		Biologia e Geologia 11
	 Ministério da Educação	
Dr. Joaquim de Carvalho	Roteiro de Campo	2011/12

Aluno(a) _____ Turma ____ Nº ____

Cabo Mondego, um exemplo do património geológico

Introdução

O mais importante "Parque Jurássico" do País encontra-se no cabo Mondego, logo a seguir aos amplos areais da Figueira da Foz, numa extensão de quatro quilómetros que ladeiam a serra da Boa Viagem. (...) **As rochas do cabo Mondego** encerram os vestígios de animais, plantas, rochas, "habitats" e climas que existiram na Terra, num intervalo de tempo entre 175 e 135 milhões de anos. Trata-se de um registo completo, de fácil observação, que abrange a maioria do período **Jurássico** e o início do **Cretácico** (...), sendo o local que, em todo o Mundo, melhor representa o período da Terra que decorreu entre 171 e 167 milhões de anos. A idade dos vestígios acompanha a linha da costa. Os estratos mais antigos encontram-se a norte, na Murtinheira, e os mais recentes estão a sul, junto à Fábrica da Cal. Há 175 milhões de anos, a Europa e a América estavam praticamente unidas. Entre elas, vindo do Norte, corria um pequeno oceano que, mais tarde, originou o Atlântico. No meio dos dois continentes e do caudal de água deambulava uma pequena ilha tectónica - a **Ibéria** (mais tarde, do choque da Ibéria com a placa euro-asiática resultou a formação dos Pirenéus).

Na Murtinheira encontram-se fósseis nos sedimentos que chegavam arrastados pela corrente e, naturalmente, da fauna e da flora oceânicas. (. ..) Neste mar abundavam as **amonites**, que, na altura, já existiam há 260 milhões de anos. (...) **As amonites** são muito usadas para ordenar cronologicamente, porque fossilizaram facilmente, tiveram uma evolução muito rápida e as diferentes espécies coabitaram apenas em curtos períodos de tempo. Por isso, "**as amonites criam subdivisões médias de tempo com um duração inferior a um milhão de anos** -o que representa uma precisão superior aos métodos de datação radiotivos".

Mas ao se percorrer o cabo Mondego para sul, vira-se uma nova página na história da Terra e, particularmente, na Península Ibérica. Ao se chegar à base do registo representativo **Jurássico Superior**, há 150 milhões de anos, o litoral sofreu

várias transições. O oceano profundo que ladeava o cabo Mondego deu lugar a **recifes de corais**. Vivia-se num **clima tropical**. "Por cima dos fósseis dos corais encontramos as **marcas** deixadas pelo arrastamento de **grandes torrentes de água**, provocadas por tempestades, tal como as que ocorrem nas regiões intertropicais". Uns metros mais a sul, os fósseis revelam um outro "**habitat**" composto por **lagos** paralelos à linha de costa. A seguir, as rochas encerram **marcas de ondulação**, características **da maré baixa**, onde se destacam **pegadas de dinossáurios** (da família Megalosauridae). O "livro do Jurássico" termina há 140 milhões de anos, com uma página onde se vislumbra um **delta**. Estes 40 milhões de anos de História estão Inscritos nas rochas à beira-mar. É aqui que paleontólogos de todo o Mundo recolhem dados sobre o **Jurássico**. (...)

A área onde se realiza esta visita de estudo, que compreende a faixa litoral desde a zona norte da praia de Buarcos, na entrada da estrada de acesso ao complexo industrial da Cimpor (Camargue), até ao Cabo Mondego, está situada na Orla Meso-Cenozóica Ocidental, representativa de parte do setor Norte da Bacia Lusitaniana; é constituída, do ponto de vista geológico, por afloramentos de natureza margo-calcária e gresosa, pertencentes ao Jurássico Médio e Superior (Andar Oxfordiano). A faixa litoral a visitar, caracteriza-se morfologicamente pela existência de praias, predominantemente rochosas, que em alguns locais, se apresentam cobertas por uma maior ou menor extensão de areia de deriva litoral. A abrasão marinha, ajudada pela, estrutura geológica da Serra da Boa Viagem, em monoclinal, com direção WNW-ESE e mergulhante para Sul, foi modelando as arribas conferindo-lhes o aspeto de barcos que oferecem as proas altaneiras à fúria das ondas.

As formações geológicas que o roteiro pretende abordar, tentam contar uma história:

"...as rochas começam por indiciar que ... à entrada do Jurássico Superior, há cerca de 150 milhões de anos, o litoral sofreu várias transições. O oceano profundo que cobria a área onde hoje existe o Cabo Mondego deu lugar a recifes de corais, sob um clima tropical. Mas por cima dos fósseis dos corais encontramos as marcas deixadas pelo arrastamento de grandes torrentes de água, provocadas por tempestades, tal como as que ocorrem nas regiões intertropicais, o que explica a acumulação de massivas quantidades de evidências fósíferas recifais e de lagoas costeiras salobras, prova de uma regressão. ... Uns metros mais a sul, os fósseis de fauna lagunar terrestre e flora, água doce e matéria orgânica vegetal, revelam um outro habitat composto por lagos paralelos à linha de costa. A seguir, as rochas

encerram marcas de ondulação, características de zonas de maré baixa, onde se destacam pegadas de dinossáurios...”

Tudo isto contemplado num conjunto de afloramentos rochosos já algo alterados pela ação antrópica e pelo próprio passar do tempo geológico e da dinâmica tectónica e externa terrestres.

Paragem 1: Miradouro (Entrada Cimpor - Camargue)

O Cabo Mondego situa-se no bordo ocidental da Serra da Boa Viagem, ao longo da costa, entre as praias da Murtinheira e da Figueira da Foz. Representa alguns dos mais importantes episódios da história da Terra ocorridos durante o **Jurássico** (figura 1), o que justifica, a nível internacional, a relevância da sua classificação, conservação e divulgação. O afloramento compreende uma série de sedimentos marinhos e fluviolacustres que se estendem desde o Toarciano Superior até ao final do Jurássico. Este registo, em alguns níveis, é particularmente rico em informações paleontológicas, a maioria útil para a avaliação de paleoambientes.

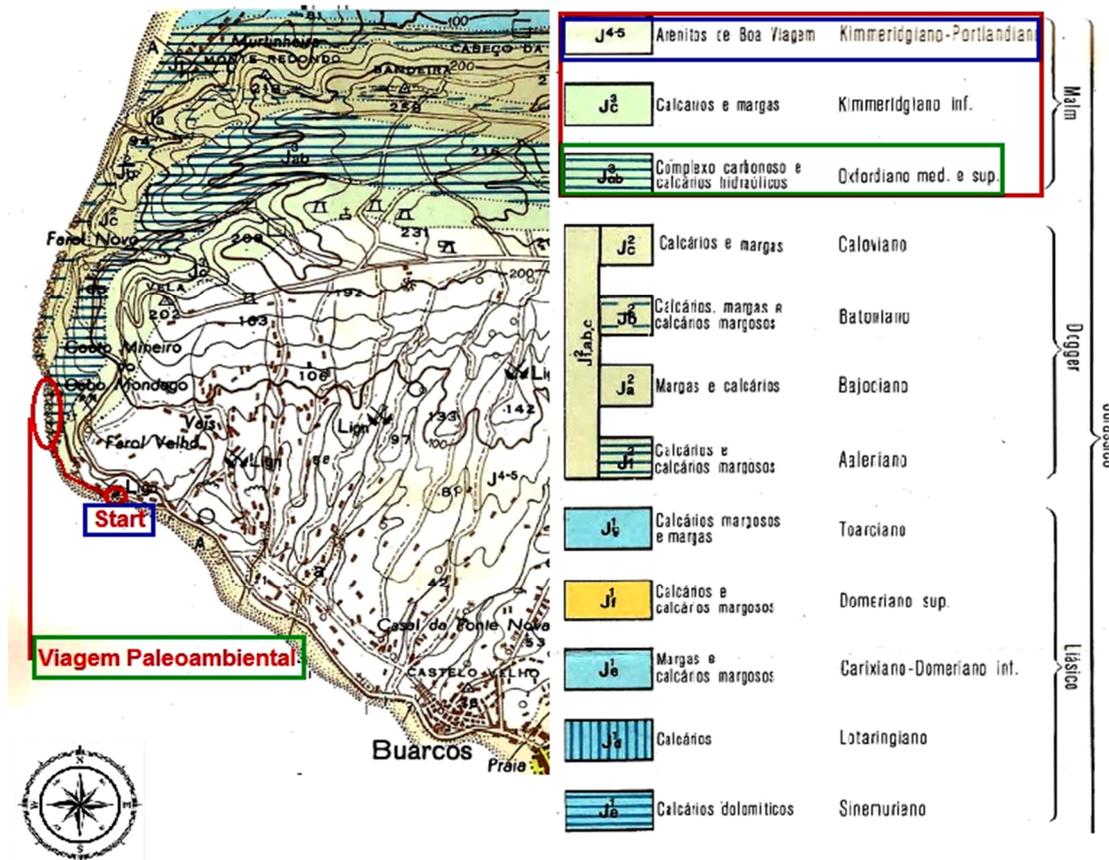


Figura 1 – Enquadramento Geológico da Aula de Campo.

(Adaptado da Folha 19C – Figueira da Foz, à escala 1:50.000, dos Serviços Geológicos de Portugal.)

O local a visitar insere-se no Jurássico Superior (Andar Oxfordiano) com depósitos lacustres e lagunares, nos quais se intercalam algumas bancadas de fácies marinhas litoral, correspondendo a três formações litostratigráficas (da base para o topo): “Complexo Carbonoso”, “Calcários Hidráulicos” e “Camadas Marinhas Ricas em Lamelibrânquios”.

Atividade

Material: Máquina fotográfica, bússola, carta geológica, binóculos, Webquest

(a) Com base na figura 1 e sua legenda.

Tarefa: Discute em grupo, tendo por base a informação fornecida pela figura e a observação das arribas situadas para Noroeste, a provável localização no tempo geológico destes afloramentos. **Não se esqueças de registar também, digitalmente, o máximo de informação possível.**

PERÍODO	ÉPOCA	IDADE	(M.a.)		
CRETÁCICO			65		
			140		
JURÁSSICO	superior	MALM	Portlandiano	160	
			Kimeridgiano		
			Oxfordiano		
	médio	DOGGER	Caloviano	175	
			Batoniano		
			Bajociano		
			Aaleniano		
	inferior	LIAS	Toarciano		195
			Pliensbaquiano	Domeriano	
				Carixiano	
			Lotaringiano		
			Sinemuriano		
			Hetangiano		
	TRIÁSSICO			230	

Figura 2 – A Era Mesozóica em Escala simplificada Tempo Geológico.

Agora proponho uma viagem ao passado, na qual vamos recuar no tempo cerca de 160 M.a. até ao Jurássico Superior (Oxfordiano) (figuras 1 e 2).

Paragem 2 – Afloramentos na base da escadaria de acesso à Praia da Pedra da Nau



Figura 3 - Afloramentos a explorar.

Atividade

Material: Máquina fotográfica; limão; martelo de geólogo; caixa de plástico transparente

Não se esqueças de registar também, digitalmente, o máximo de informação possível.

1. Observa o “rochedo” que se encontra próximo da beira-mar e justifica o nome que lhe é atribuído.
2. Ao descer as escadas à tua direita, encontra uma laje de rocha.
3. Com o auxílio do limão, identifica a rocha na base das escadas.
4. Procura nessas lajes, indícios de seres vivos que te possam ajudar a justificar que a rocha se formou num ambiente marinho. Quais?
5. Conclusões?

6. Na base das escadas, observa à sua esquerda uma estrutura, rica em fósseis, designada por “tempestito” (corais e fragmentos de conchas de bivalves).

5.1. Formula hipóteses que possam explicar a formação neste local das estruturas referidas, tendo em conta a profundidade e temperatura a que eles se formam.

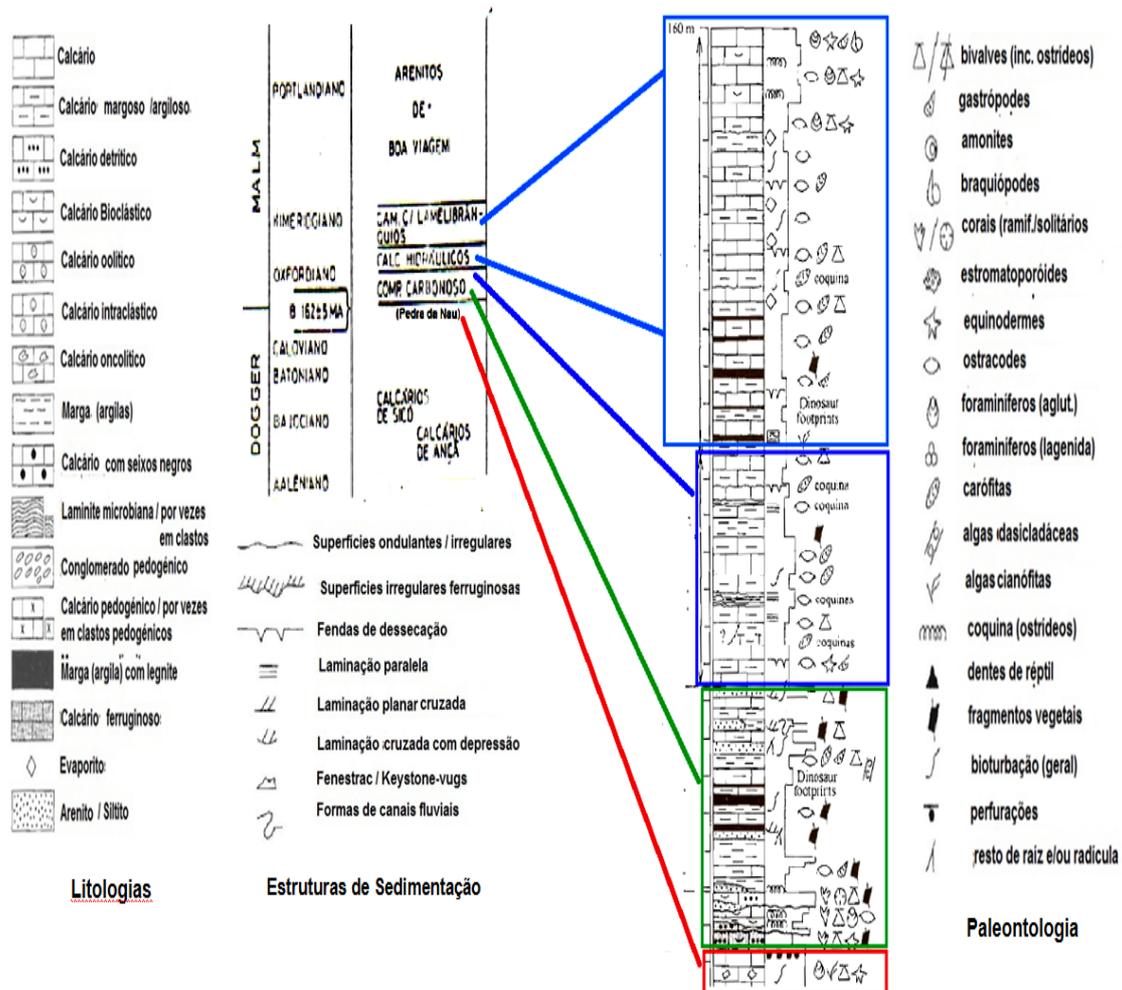


Figura 4 – Coluna estratigráfica.

7. Avança para sul e observe as formações litológicas à sua esquerda, na base de uma abertura no topo.

Paragem 3 – Afloramentos de Margas com veios de lignite.

7.1. Identifica-as, com a ajuda da coluna estratigráfica (figura 4).

7.2. Formula uma hipótese que possa explicar a formação neste local das estruturas referidas, tendo em conta o tipo de rocha.

7.3. Procura no afloramento mais evidências do tipo de ambiente que terá estado na origem das rochas da questão 7.2

8. Continuando para sul, tenta descobrir icnofósseis que se encontram num estrato de arenitos alaranjados da falésia.

Paragem 4 – Icnofósseis.

8.1. Com base no(s) tipo(s) de icnofósseis, o que podes inferir sobre o ambiente, seres vivos, ...



Questão Problema: Com as informações recolhidas neste afloramento, em grupo, discute a história paleoambiental que as rochas contam. Será que todas contam a mesma história? Ter-se-ão formado sob as mesmas condições ambientais? Que tipo de seres vivos terão existido? Quais as diferenças em relação ao biótipo atual que observaste na Tamargueira?

Como caracterizas o(s) ambiente(s) em que se terão formado as rochas presentes neste afloramento?

Registos



Bom Trabalho!

ANEXO IV

Projeto de Dissertação de Mestrado - "Uma viagem Paleontológica e Paleoambiental no Jurássico Superior do Cabo Mondego. O trabalho de campo e as tecnologias de informação e comunicação no desenvolvimento de competências em Geociências"

Rui Jorge Sousa Simões – Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra

Este teste tem como objetivo avaliar conhecimentos relacionados com a temática "reconstituição paleoambiental e medida do tempo à escala geológica potenciada por uma intervenção informal, especificamente uma aula de campo. Os seus resultados, antes e depois da aula de campo, servirão apenas para tratamento estatístico e validação de metodologia de trabalho numa dissertação de mestrado em Ciências da Terra.

Aluno(a) _____ Turma _____ Data ___/09/2011

Diagnóstico (prévio à aula de campo)

1- *Selecione a alternativa correta que melhor completa cada uma das afirmações seguintes:*

1.1. Um fóssil de idade é um fóssil de uma dada espécie...

- A- ... com uma ampla distribuição estratigráfica vertical mas curta distribuição geográfica.
- B- ... com ampla distribuição estratigráfica e geográfica.
- C- ... com curta distribuição estratigráfica e geográfica.
- D- ... com uma curta distribuição estratigráfica vertical mas ampla distribuição geográfica.
- E- ... não sei.

1.2. Um fóssil de *fácies* é um fóssil de uma dada espécie

- A- ... com curta distribuição estratigráfica e geográfica.
- B- ... com ampla distribuição estratigráfica e geográfica.
- C- ... com uma curta distribuição estratigráfica vertical mas ampla distribuição geográfica.
- D- ... com uma ampla distribuição estratigráfica vertical mas curta distribuição geográfica.
- E- ... não sei.

1.3 – Um fóssil de *fácies* permite :

- A- ... reconstituir o ambiente em que, no presente, as rochas que o contêm foram geradas.
- B- ... reconstituir o ambiente em que, no passado, as rochas que o contêm foram geradas.
- C- ... estabelecer por comparação as idades de estratos distantes.
- D- ... indicar sempre sem exceção, a idade geológica dos estratos que o contêm.
- E- ... não sei.

1.4. Exemplo prático 1: na atualidade, a maioria dos corais vive em ambientes com condições muito próprias, águas tropicais, quentes, límpidas e pouco profundas. Os corais segregam um esqueleto externo de natureza calcária que assume formas diversas, de grande beleza.

No cabo Mondego foram encontradas rochas de cor clara ricas em fósseis de corais.

1.4.1 – Se por cima dos estratos de rochas com corais, estiver uma rocha de cor escura, o carvão, rica em fragmentos vegetais fósseis, como restos de folhas de plantas, pode-se assumir que:

- A- ... as condições do ambiente se mantiveram em relação às que favorecem a existência de coral.
- B- ... o tipo de seres vivos se mantiveram e por consequência o tipo de ambiente continuou o mesmo.
- C- ... a rocha formada evidencia uma evolução das características físicas, químicas e biológicas do ambiente.
- D- ... ocorreu uma evolução de ambiente marinho pouco profundo para um muito profundo.
- E- ... não sei.

1.4.2 - O que pode concluir do exemplo descrito em 1.4 (exemplo prático)? _____

Muito Obrigado!