

DA IMPORTÂNCIA DO ENSINO DAS GEOCIÊNCIAS: Algumas Razões para o “Ser” Professor de Geociências

Jorge Bonito*

Palavras-chave: Ciência, Geociências; Ensino das Ciências (importância), Ensino das Geociências (razões).

Introdução

A Universidade de Évora (Portugal) tem, desde há alguns anos a esta parte, assegurado o Curso de Licenciatura em Ensino de Biologia e Geologia. Este Curso habilita profissionalmente os Licenciados para a docência no Ensino Básico (3º ciclo) e Secundário, enquadrados no Grupo Disciplinar 11.º B. Neste momento, face à reforma encetada, o Curso a partir do 5.º semestre divide-se em dois ramos, um de Biologia e outro de Geologia.

À partida, muitíssimas questões poderiam ser levantadas acerca do fundamento, estrutura e funcionamento deste Curso. Porém, aquela que nos preocupa neste momento é uma razão de identificação.

Na verdade não *somos* sem sabê-lo. De outra maneira, para *ser* é preciso *identificação com*. Trata-se de um *modo de existir*, de *estar* ou *ficar situado* e daí a locução latina “*sapiens nihil invitus*”. Como tal, o Professor de Geociências é porquê? De certo, uma vez que esta profissão existe, será importante ensinar/aprender Geociências. Mas será mesmo? E quais serão as razões para a significativa importância?

Tentaremos dar fundamento ao *ser* Professor de Geociências, procurando apenas justificar a sua especialidade científica, já que falamos de um professor concreto e não de um professor de..., de forma abstrata. Assim, poderemos encontrar aquela identificação com..., através de uma defesa consciente, verdadeira e sincera daquilo que somos e fazemos. Até porque tal impossibilidade de sentimento traria consequências evidentes e desagradáveis para aquele que ensina e trágicas para aquele que aprende.

* Secção de Educação – Departamento de Pedagogia e Educação – Universidade de Évora – Apartado 94 – 7002-554 Évora – Portugal – Telefone (+351 66) 74 45 22 – Telefax: (+351 66) 74 45 21 – “E-mail”: jbonito@uevora.pt

É que ao ser-se professor condicionam-se seriamente os percursos e projectos de vida do aluno, quanto mais não seja, através do exemplo de vida e sentimentos que se testemunham.

Em primeiro lugar a importância do ensino das Ciências

Durante as décadas de 60 e 70 imprimiram-se importantes reformas curriculares no sentido de preparar cientificamente jovens, facilitando e permitindo o prosseguimento de estudos nas universidades, suprimindo assim a falta de cientistas e técnicos especializados devidamente qualificados. Os métodos então adoptados eram assentes na denominada "Aprendizagem por Descoberta" (A.P.D.) e no "inquérito científico", marcados por uma visão de ciência de cariz indutivista (Millar, 1989).

Ligado a este objectivo da produção de cientistas (que já o eram enquanto crianças), as reformas advogavam a necessidade da educação científica da população em geral, embora na opinião de Fensham (1985, citado em Jorge, 1991) as escolas e as universidades esquecessem frequentemente esta meta, privilegiando o primeiro movimento que se gerou. Estudos realizados nos Estados Unidos da América do Norte revelaram que a maioria dos conhecimentos científicos ensinados na escola eram rapidamente olvidados. A curiosidade dos jovens pelos aspectos da ciência foi diminuindo à medida que avançavam no nível de escolaridade.

Nos anos 80, coincidindo com a avaliação dos projectos levados a cabo nas décadas anteriores, uma ligeira mudança ocorre nas orientações da educação científica, devido à enorme e crescente influência que a ciência começava a ter na sociedade e perante a necessidade de assumir também um ponto de vista tecnológico. Em diferentes países, surge um lema comum que os une: ciência para todos (cf., v.g., Pérez e González, 1994). Além da ciência constituir uma das disciplinas do currículo central e obrigatório (*core curriculum*), implementa-se essencialmente uma tentativa revisória, à luz pedagógica, dos conteúdos e estratégias a adoptar para resultar uma aprendizagem exequível e atractiva.

Nos países anglo-saxónicos começam a emergir correntes que defendem o envolvimento da ciência nos problemas sociais. Começa a desenhar-se inicialmente um binómio ciência-sociedade, revestido na actualidade de uma tríade ciência-tecnologia-sociedade, que frequentemente apelidamos de relações C.T.S.. Este movimento (encetado entre outros, por Fensham) critica os desenvolvimentos curriculares dos anos 60 e 70. Essencialmente acusa:

1. Os abundantes factos, conceitos e algoritmos que não apresentam utilidade na vida;

2. A falta de familiarização suficiente do aluno com alguns conceitos susceptíveis de aplicação prática imediata;
3. As actividades de alto nível de abstracção;
4. As experiências e aplicações sociais da ciência, que em vez de constituírem um aspecto essencial da aprendizagem, são apenas exemplos com o fim de motivar os alunos;
5. As actividades práticas direccionadas como meio de relacionar conceitos mais do que uma forma de adquirir "skills" essenciais; e
6. A prioridade dada aos aspectos quantitativos da ciência.

Em suma, procura-se uma visão de "ciência aplicada".

Logo cedo verificou-se que estas propostas reivindicavam uma formação de elite cultural, requerendo um preço colectivo que a maioria da população estudantil era incapaz de ter acesso. Recentemente, Gutierrez, Marco, Olivares e Serrano (1990) opinaram que a reflexão avaliativa da linha de formação científica tem outros pontos de partida, especificamente:

1. Não é adequado estabelecer uma diferença *a priori* entre ciência para uns (poucos) e o tipo de ciência para os demais;
2. A ciência deve ser reexaminada e reconhecida como uma fonte de actividade e de empenhos humanos. Impõe-se, por consequência, iluminar um conjunto de aspectos da ciência para introduzi-los pedagogicamente no currículo e contribuir para uma aprendizagem significativa para a maior parte dos estudantes (*v.g.*, contributos e esforços desenvolvidos na sismologia a nível de prevenção primária de catástrofes naturais).

Neste âmbito, dois critérios assumem-se importantes na escolha de matérias a ensinar. Haverá que seleccionar:

- Conteúdos que visem aspectos da ciência que os alunos possam aplicar à sua própria vida num período curto de tempo; e
- Conteúdos que abordem certos fenómenos naturais que sirvam de exemplo para descobrir o atractivo, a novidade e o valor do conhecimento científico.

A mesma preocupação de estender a base receptiva de conhecimentos científicos motivou, em 1985, a *Royal Society* britânica a dedicar o seu relatório anual a este tema. O documento produzido, com o título *The Public Understanding of Science*, parte do princípio que todo o homem que toma decisões políticas e os cidadãos comprometidos numa sociedade democrática, necessitam de dados científicos na tomada de decisões: "Qualquer pessoa necessita de uma certa compreensão da ciência, das suas possibilidades e limites sejam ou não cientistas ou engenheiros. Esta melhoria não é um luxo, é de vital importância para o futuro bem-estar da nossa sociedade"

(citado em Gutierrez *et al.*, 1990, p. 35). Adianta ainda que "entender [a ciência] inclui não somente os factos da ciência, mas também o método e as suas limitações, assim como a estimação das suas implicações práticas e sociais" (*idem*, p. 36).

Em 1980, Ziman (1986) recomendou orientar o currículo, para alunos de níveis escolares obrigatórios, no sentido das relações C.T.S.. Desde esta altura e com esta nova óptica, os alunos têm-se visto envolvidos na investigação de problemas que afectam o seu quotidiano, como sugerem os nomes dos projectos então encetados: *Science in Society*, *Science in a Social Context* e *Science and Technology in Society*. Ziman (1986) chega mesmo a opinar que os alunos do ensino secundário e universitário estariam melhor preparados para as suas vidas se lhe ensinassem menos ciência e mais sobre a ciência.

Yager (1982), avaliando o ensino das ciências nos Estados Unidos da América através do *Project Synthesis*, encontra quatro objectivos para a área da formação científica:

1. Permitir um encontro com os alunos através das suas próprias vidas;
2. Ajudar a resolver-lhes os problemas actuais;
3. Fazer descobrir o valor potencial das carreiras científicas no mundo actual; e
4. Preparar para os estudos superiores.

Este autor pensa que a visão da ciência tradicional esquece um componente essencial, que é o papel do homem. Identifica três dimensões na ciência: (a) explorar o universo; (b) procurar uma explicação dos factos; e (c) comprovar as explicações dadas com base numa actividade eminentemente criativa e investigativa.

Parece ser opinião unânime que é essencial a alfabetização de todos os cidadãos no domínio da ciência, criando e desenvolvendo uma cultura marcadamente científica, conferindo competências a nível do pensar e intervir na sociedade onde a ciência e a tecnologia, cada vez mais, vêm assumindo papéis de destaque. Não se trata somente de preparar, estimulando e motivando, os alunos para seguirem carreiras científicas e tecnológicas, imprescindíveis actualmente, ao desenvolvimento dos países. Há necessidade de desenvolver capacidades para compreender as aplicações e eventuais efeitos do conhecimento científico e tecnológico, além de naturalmente, e na medida do permitido, participar nas decisões a tomar.

No fundo, as áreas de actuação são as de que nos fala Giordan (1987), isto é, actuar ao nível: (a) da comunicação científica, (b) da educação científica, e (c) da cultura científica. Jorge (1991) apresenta um conjunto de objectivos para a educação em ciência:

- Usar o saber científico, particularmente alguns conceitos básicos que funcionam como ângulos de abordagem da realidade e como instrumentos para resolver problemas de teor não meramente académico.
- Organizar a massa de informações com que é confrontado, fazendo a sua triagem, estruturando-a e construindo assim o conhecimento.
- Desenvolver atitudes tais como, curiosidade, criatividade, flexibilidade, abertura de espírito, reflexão crítica, autonomia, respeito pela vida e pela natureza.
- Desenvolver capacidades como, por exemplo, testar ideias, formular hipóteses, observar, planear e realizar experiências, problematizar, controlar variáveis, interpretar informação, conceptualizar, pensar a final.
- Compreender-se a si próprio e ao mundo que o rodeia, particularmente no que toca aos papéis da ciência e da tecnologia na promoção de um desenvolvimento em equilíbrio com o meio ambiente.
- Conceber a ciência como uma actividade humana e contextualizada, desenvolvendo para com ela atitudes positivas, facilitadoras quer da inserção na sociedade actual, de cariz marcadamente científico e tecnológico, quer do prosseguimento de carreiras profissionais nestes domínios.
- Tornar-se apto a beneficiar das aplicações pessoais e sociais da ciência entendendo as relações entre esta e a sociedade.
- Desenvolver valores em função de considerações éticas acerca dos problemas e finalidades da actividade científica (compreendendo que a neutralidade é um mito), habilitando-se a participar, de um modo esclarecido, na tomada de decisões. (pp. 35-36)

Carmo (1991) refere, sintetizando, que o ensino das ciências procura dar resposta a três necessidades: (a) necessidades da ciência (formação de cientistas e tecnólogos); (b) necessidades do indivíduo (contribuição para o desenvolvimento psicológico do aluno); e (c) necessidades da sociedade (fomenta cultura científica no cidadão).

Mais recentemente, e um pouco na linha de Ziman, Hodson (1993) apresenta e defende consistentemente, os três principais aspectos que a educação em ciências deve revestir-se:

1. *Aprender ciência* (aquisição e desenvolvimento conceptual e conhecimento teórico);
2. *Aprender acerca da ciência* (desenvolver e compreender a natureza e métodos da ciência, e das complexas interacções entre a ciência e a sociedade); e

3. *Fazer ciência* (desenvolver experiências de inquérito científico e resolutórias de problemas).

Não obstante, o ensino das ciências nem sempre tem conseguido alcançar os seus objectivos. Um estudo desenvolvido por Jorge (1991) e por uma equipa de trabalho da Universidade de Aveiro, revela resultados muito idênticos às investigações realizadas noutros países no que respeita à caracterização do ensino das ciências. Jorge (1991) escreve que os alunos que terminam o ciclo de estudos secundários não se encontram aptos a prosseguir carreiras científicas. Além disso, mais preocupante ainda, é o facto dos alunos não terem adquirido uma cultura científica, ou seja, de acordo com os dados obtidos, há grande analfabetismo do ponto de vista científico. Para Barbosa, Carmo, Cruz, Guimarães e Pereira (1989) estar minimamente informado é possuir uma cultura científica capaz de influir no comportamento dos cidadãos, criando aquela "cidadania esclarecida" de Hurd (1986, p. 358).

Face a estes resultados, a situação de momento não é muito favorável. Talvez devêssemos começar precisamente pelo que Whitehead (1967) diz, isto é, que "o estudo da ciência, em geral, é impossível em educação" (p. 49). Face à necessidade de dividir os fenómenos naturais pelas diferentes ciências, a educação científica deve ter um primeiro objectivo o "treino da arte de observar fenómenos naturais e do conhecimento e dedução de leis respeitantes à sequência de cada fenómeno" (p. 49).

Acreditamos porém, que as duas finalidades principais do ensino das ciências - preparar cientistas e técnicos e promover uma cultura científica no cidadão comum - poderão ser alcançadas com programas e metodologias adequadas. Contribui-se assim, ainda que lentamente, para uma acção mais global que poderemos apelidar de educação científica (que não ocorre somente em ambiente escolar), havendo concretamente sempre necessidade de reflectir sobre o que se ensina, por que se ensina e como se ensina, não esquecendo que qualquer abordagem isolada origina um ensino das ciências desequilibrado e parcial.

A Razão do Ensino das Geociências

Desde que o Homem surgiu sobre Terra, a sua vida assenta sobre a Natureza, com ou sem consciência disso. O conhecimento dos seus elementos vivos e/ou inertes motivou o desenvolvimento e evolução da espécie humana. Culturalmente, as etapas foram determinadas pela assimilação progressiva do meio natural.

Lentamente, esta assimilação culminou no aparecimento das distintas Ciências da Terra ou Geociências, que estudam os elementos inertes que formam o planeta, a distribuição deles e as modificações que sofreram ou poderão eventualmente sofrer. Além disso, estas ciências procuram estabelecer ainda sucessivos estádios de equilíbrio dos ditos elementos ao longo do tempo, bem como descortinar leis que os regulam. Muitas das Ciências da Terra, caminharam por veredas muito específicas, ficando fora do alcance da população em geral, convertendo-se paulatinamente e no geral, num corpo de conhecimentos unicamente acessíveis aos interessados e iniciados no seu estudo.

De qualquer forma, o Homem continua a viver sobre e com a Natureza. Edifica as suas residências, estabelece as suas indústrias, explora matérias primas e modifica a superfície terrestre para aproveitamentos agro-florestais ou agro-pecuários que são a base do seu desenvolvimento (que deveria ser sustentável) e bem-estar. Como sabemos, a maioria destes empreendimentos ignora o meio físico, ou seja, a actuação é frequentemente agressiva, sem consideração prévia das influências determinadas ou sem prevenir a resposta face à variação de um equilíbrio estabelecido por acção milhenta dos agentes naturais. Começamos a perceber que a humanidade está a perder hodierna e gradualmente a consciência da sua influência sobre o meio físico, onde os equilíbrios funcionam quase como "um meio vivo".

As Geociências, pela sua natureza e objecto de estudo, poderão proporcionar as bases para que se possam perscrutar soluções construtivas, produtivas ou funcionais, resolvendo os problemas colocados pelas comunidades humanas. Mas a missão das Ciências da Terra não deverá ficar somente pelo seu contributo científico. Haverá que procurar uma consciencialização a nível geral da influência que a utilização correcta da Natureza tem sobre o ser humano. Importa por isso, tornar estas ciências mais acessíveis e essencialmente, solidamente fundamentadas.

Parece assim que o ensino das Geociências é revestido de um elevado valor formativo insubstituível. Acredita-se que as (re)soluções para muitos dos problemas e crises que dominam actualmente os países, a nível económico e cultural, bem como ambientais, alimentares, demográficos, e de saúde, devem ter em conta os dados fornecidos pelas Geociências.

Exemplificadamente, e de maneira mais manifesta, as Geociências contribuem decididamente para prevenir e resolver situações de vária ordem: hidrogeológicas, agro-pecuárias, piscícolas, de poluição, catástrofes naturais (cheias, erupções vulcânicas, sismos, deslizamentos), uso de recursos energéticos, procura e utilização de matérias-primas, produção de obras de engenharia, etc.. Em suma, contribuem para o entendimento do Planeta Terra em que vivemos, numa perspectiva histórica da sua evolução, do cor-

recto uso dos materiais que nos proporciona e da previsão e prevenção de fenómenos actuantes no ambiente (riscos geológicos que afectam a actividade humana, bem como a influência da actividade humana nos sistemas geológicos).

Em 1989, o Comité Nacional da *Association des Professeurs de Biologie-Géologie* em França, emitiu um documento que revela a evolução e exploração que o ensino das Geociências deve ter (citado em Andrade, 1991). Nele podemos ler que o ensino das Geociências deve conduzir a:

- Uma pedagogia diferenciada, personalizada e que implique a actividade do aluno;
- Um conhecimento aberto sobre o mundo e sobre as aplicações directas da[s]... [Geociências] (geotecnologias);
- Uma abordagem pluridisciplinar dos domínios tratados;
- Desenvolvimento da autonomia do aluno, quer no trabalho individual, quer em grupo;
- Formação de um cidadão consciente das suas responsabilidades nos domínios da ética, da gestão dos recursos naturais, da preservação do ambiente, como elemento integrante que é a NOOSFERA e do ECOSISTEMA TERRA (p. 11).

O ensino das Geociências pode ser fundamentado sobre quatro ângulos de destaque (Alvarez, Berjillos, García de la Torre, Melero, Pedrinaci e Sequeiros, 1992): (a) um ângulo sociológico, encontrando e justificando, de certo modo, o que se pretende ensinar (Quadro 1); (b) um ângulo epistemológico, perscrutando a construção e metodologia da ciência (Quadro 2); (c) um ângulo psicológico, procurando responder aos aspectos cognitivos da aprendizagem (Quadro 3); e (d) um ângulo pedagógico, visto como prática ou exercício escolar (Quadro 3).

Quadro 1

Argumentos de âmbito sociológico para o ensino das Geociências

<p>1. Recursos Naturais de origem geológica.</p>	<p>- A prospecção e exploração destes recursos requerem conhecimentos geológicos inquestionáveis (principalmente os recursos não renováveis).</p>
<p>2. Os materiais e estruturas geológicas constituem o suporte básico do meio ambiente.</p>	<p>- Estes materiais ou estruturas condicionam ou determinam aspectos como a paisagem, a agricultura, a ocupação humana do território, etc..</p>

(continuação)

3. Dinâmica dos elementos do meio ambiente.	- Grande parte da dinâmica do meio ambiente depende da dinâmica e de factores geológicos onde intervém o homem.
4. Aplicabilidade das Geociências às Obras Públicas.	- Modernamente são imprescindíveis os estudos geológicos e geotécnicos para a construção de rodovias, ferrovias, edificação de barragens, edifícios, etc..
5. Catástrofes naturais de origem geológica.	- A origem e prevenção de certos tipos de acidentes naturais é muitas vezes possível somente com dados precisos de Geologia e Geotecnia.
6. Alterabilidade e alteração das rochas.	- A solução para compensar os processos de meteorização física e química passa pelo conhecimento detalhado a nível petrográfico e dos próprios processos.
7. Entendimentos histórico e das relações comerciais.	- As pedras que constituem os numerosos edifícios têm origens específicas, possíveis de determinar.
8. Compreensão do Universo.	- As Geociências concorrem com outras ciências, para uma visão global da estrutura e evolução da Terra, como planeta do Sistema Solar e do Universo.
9. Enriquecimento cultural da Sociedade.	- As Geociências fornecem provas inapreciáveis sobre a origem da vida, evolução orgânica e processo de hominização.
10. Proporciona o desenvolvimento de atitudes e valores.	- O ensino das Geociências, nos seus plenos aspectos (v.g., actividades práticas laboratoriais e de campo) contribui para uma formação holística do formando, essencialmente no contacto com o meio natural.

Quadro 2*Argumentos de âmbito epistemológico para o ensino das Geociências*

1. As Geociências incorporam elementos epistemológicos diferenciados.	- Coexistem uma vertente (de ciência) experimental (v.g., deformação elástica de uma rocha) e uma vertente não-empírica (v.g., teorização sobre a elevação de cordilheiras).
2. As Geociências têm uma elevada componente histórica.	- O geólogo investiga factos passados, irrepetíveis. Procura arquivos (rochas), analisa dados (mineralogia), transcreve a sua linguagem (actualismo), deduz factos (paleoclimas, paleocorrentes, zonas de emersão) e teorias (Tectónica de Placas, formação da Terra).

(Continuação)

<p>3. As Geociências estudam (singular e simultaneamente) a História da Terra e da Natureza.</p>	<p>- Não será possível ensinar Ciências da Natureza sem as Geociências contribuírem de maneira única com esta dualidade do seu objecto de estudo.</p>
<p>4. As Geociências apresentam e justificam a noção de Tempo Geológico.</p>	<p>- Sendo o tempo histórico já difícil de conceptualizar, as Geociências emergem um conceito epistemológico fundamental, fundamentando-o e provando-o: o tempo geológico.</p>
<p>5. As Geociências apresentam um grande valor formativo.</p>	<p>- Precisamente devido às suas grandes dimensões de tempo e de espaço de muitos dos seus processos.</p>
<p>6. As construções científicas das Geociências prestam-se a concepções críticas e históricas.</p>	<p>- As Geociências não constituem um corpo doutrinal dogmático. São áreas de estudo recentes.</p>
<p>7. O processo de construção do conhecimento geocientífico é também enquadrado em processos de "ciência normal" e de "rupturas paradigmáticas".</p>	<p>- A teoria da Tectónica de Placas, com pouco mais de 30 anos, revolucionou o modo de encarar a Geologia e permitiu-lhe alcançar um estatuto de ciência formalizada.</p>
<p>8. As Geociências constituem uma rede conceptual, aliada a uma significativa capacidade de reorganização, facilmente assimilável pelos alunos.</p>	<p>- Comparativamente às outras ciências, o grau de formalização das Geociências é menor, provavelmente devido ao seu desenvolvimento pós-racionalismo e mecanicismo do século XVIII.</p>
<p>9. A aquisição de "skills" na resolução de problemas reveste-se de um papel peculiar em Geociências.</p>	<p>- Desenvolver actividades resolutorias de problemas, requerendo aprendizagens e "skills" específicos, é manifestamente um dos objectivos gerais do ensino das Geociências.</p>
<p>10. As Geociências aglutinam outras ciências.</p>	<p>- Se estudarmos determinados processos tectónicos ou de meteorização, as Geociências estão intimamente ligadas à Física e à Química, mas estabelecem igualmente relações de conexão com a Biologia, a Paleontologia, a Astronomia, a Oceanografia, a Climatologia, a Ecologia, etc..</p>

Quadro 3*Argumentos de âmbito psico-pedagógico para o ensino das Geociências*

1. As Geociências têm grande valor como recurso didáctico.	- Em todo o lado ao nosso redor, existem marcadamente elementos de origem geológica que fazem parte da nossa realidade imediata: um corte de estrada, um monumento, uma estátua, pedras de um balcão, etc.. Estes são os lugares propícios e adequados para se começar uma incursão geológica.
2. As catástrofes de origem geológica constituem elementos motivadores e estimulantes para os alunos.	- Existe um revelado interesse em calamidades como sismos, vulcões, cheias, deslizamentos.
3. Abundantes assuntos divulgados na comunicação social relacionam-se directa ou indirectamente com as Geociências.	- Exploração de minas (v.g., Estanho e Chumbo em Neves Corvo-Portugal), catástrofes (v.g., terramotos, vulcões), rochas ornamentais, captação de águas, geologia ambiental, minerais, etc..
4. O ensino das Geociências presta-se a um intenso trabalho interactivo e em pequenos grupos.	- As actividades práticas desenvolvidas no campo (v.g., cartografia) ou no laboratório (v.g., estudo de minerais, rochas, fósseis), bem como as resolutórias de problemas são indicadas para um trabalho conjunto inter pares.
5. As Geociências constituem um instrumento útil para o desenvolvimento de determinados "skills" cognitivos.	- Alguns "skills", por exemplo, o sentido de espaço e de tempo, a interpretação de mapas, a orientação, inferência e generalizações e observação focalizada, contribuem para o desenvolvimento de atitudes e valores com desenvolvimento integral e pleno do aluno.
6. Existe um grande número de concepções alternativas de conceitos geológicos que os alunos manifestam.	- Fora e em âmbito escolar, muitas destas C.A. actuam como obstáculos epistemológicos à aprendizagem (v.g., estrutura interna da Terra, origem do magma). A sua identificação e mudança é um trabalho laborioso mas imprescindível na aprendizagem construtivista do conhecimento escolar.
7. As Geociências têm conteúdos com elevado grau de significância.	- Os conteúdos geológicos além do seu significado formal, são frequentemente incrementados com C.A.. Isto facilita a construção de aprendizagens significativas pelos alunos.
8. Os conteúdos geológicos podem organizar-se com uma hierarquização conceptual.	- Da psicologia Ausubeliana sabemos que é fundamental, em didáctica das ciências, distinguir entre conceitos gerais ou inclusivos e conceitos particulares ou específicos. Podemos organizar os conceitos em mapas conceptuais muito bem hierarquizados, que por constatação, constituem

(Continuação)

	<p>facilitadores da aprendizagem significativa. A metodologia do V de Gowin revela-se também importante nas actividades práticas experimentais.</p>
<p>9. Os conteúdos geológicos são revestidos de grande capacidade de adaptação aos distintos níveis psico-evolutivos dos alunos.</p>	<p>- Os conteúdos podem organizar-se em graus de complexidade crescente, permitindo uma construção progressiva. Podemos partir do concreto (v.g., análise de rochas, minérias) e/ou estabelecer relações de causa-efeito (v.g., dobras, falhas, discordâncias). Em modelos de complexidade crescente (v.g., interior da Terra, dinâmica das rochas ou agentes de meteorização) são exigidos processos cognitivos mais elevados, com maior incidência em termos de teorias globais (v.g., Tectónica de Placas, Ciclo das Rochas).</p>
<p>10. Muitas das actividades a desenvolver em Geociências requerem uma orientação de um especialista.</p>	<p>- Vygotsky (1978/1979) escreve que o desenvolvimento segue a aprendizagem quando esta é produzida mediante instrumentos adequados (mediação instrumental) e interacção social com especialistas - professores - (mediação social), no contexto da zona de desenvolvimento próximo do aluno. Podemos assim estabelecer tarefas com uma dificuldade ("desajuste indicado") afim de não produzir insatisfação no aluno já que a solução é quase imediata. As actividades resolutórias de problemas requerem a orientação, supervisão e ajuda do professor, que vai auxiliando à medida que encontra obstáculos com "desajuste desindicado" para o desenvolvimento conceptual dos alunos.</p>

Recentemente, Leite, Futuro, Silva, Marques, Praia e Trindade (1994), enunciaram sem exaustão, quatro linhas de orientação para uma educação científica em Geociências:

1. Desenvolver atitudes tais como: curiosidade, criatividade, abertura de espírito, reflexão crítica, respeito pela natureza...
2. Desenvolver capacidades como por ex.: problematizar, conceptualizar, formular hipóteses, testar ideias, interpretar informações, observar...
3. Conceber a ciência como uma actividade humana e cultural, capaz de facilitar uma melhor inserção na sociedade actual...
4. Desenvolver valores em função de considerações éticas acerca de

problemas que se colocam à nossa vivência no Planeta e ao meio ambiente que nos rodeia... (pp. 355-356)

A inclusão das Geociências na formação geral e específica do cidadão, desde níveis básicos de educação, contribui com uma forte componente do meio ambiente, conhecimentos básicos acerca de processos físicos, químicos e biológicos que têm lugar nas proximidades do indivíduo, desenvolvendo-se um respeito pela Natureza, evitando acções que supõem alterações indesejadas e irreversíveis do meio ambiente.

Este objectivo prioritário de conhecer a incidência individual sobre um local próximo a fim de aproveitá-lo protegendo-o adequadamente, deve formar parte da consciência cultural básica de todo o cidadão livre. É no fundo aquilo que alegoricamente Alberola (1988) apelida de "geologia nossa de cada dia" (p. 208).

Reguant (1993) opina que as Geociências não deveriam constituir áreas optativas na formação escolar dos alunos, mas revestirem-se de uma carácter obrigatório dada a sua importância e unicidade, essencialmente em dois aspectos que demarcam as Geociências das demais ciências: o sentido do tempo e da história e a compreensão das escalas espaço-temporais (Figura 1).

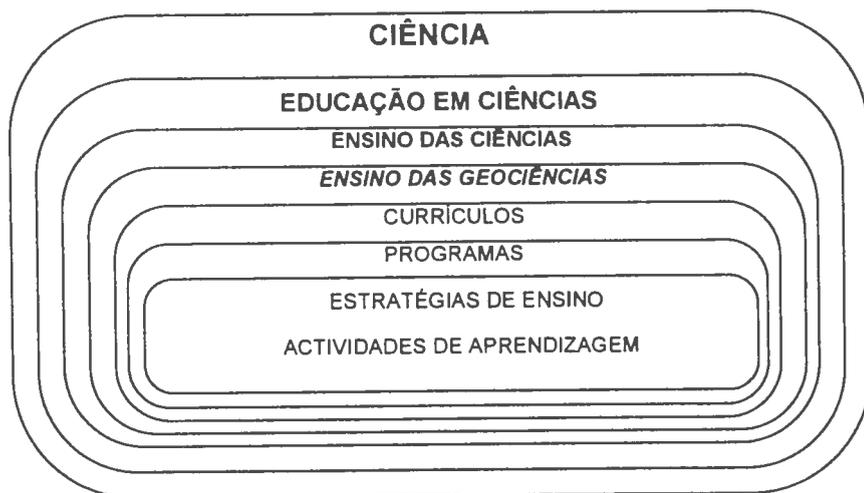


Figura 1. Esquema representativo de um entendimento holístico das práticas lectivas desenvolvidas em Geociências.

Uma vez (re)conhecida a importância de ensinar/aprender Geociências, qual será o lugar que lhe é atribuído no Sistema Educativo Português? A resposta a esta questão não poderá ser meramente descrita. Implicará, num certo sentido, um paralelismo entre o que se faz e o que se deveria (e poderia) fazer. No período ante-Lei de Bases do Sistema Educativo, o ensino das Geociências estava num completo marasmo, mas actualmente, as coisas ainda não correm bem, quando comparadas com o potencial de conhecimento educativo construído que hoje temos. Mas esta é outra discussão, e aqui não há espaço para ela.

Referências Bibliográficas

- Alberola, J.
(1988). La geología nuestra de cada día. *Enseñanza de las ciencias*, 6(2), 207-208.
- Álvarez, R., Berjillos, P., García de la Torre, E., Melero, J. Pedrinaci, E., & Sequeiros, L.
(1992). Treinta razones para aprender mas geología en la educación secundaria. *In Actas do VII simposio de enseñanza de la geología*. Santiago de Compostela, 231-240.
- Andrade, G. P.
(1991). *Ensino da geologia. Temas didácticos*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Barbosa, M. V., Carmo, J. M. B., Cruz, M. N., Guimarães, H. M., & Pereira, M. P.
(1989). Algumas reflexões sobre o ensino das ciências no 3º ciclo do ensino básico. *CTS. Revista de ciência, tecnologia e sociedade*, 7/8, 74-78.
- Carmo, J. M.
(1991). Ensino de ciências, a criança e a exploração do mundo. *In M. Pereira (Coord.), Didáctica das ciências da natureza*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Giordan, A.
(1987). Modeles et simulation: une mode ou des utiles pour la C.E.C. (communication, education, culture) scientifique? *In A. Giordan, & J. L. Martinand (Eds.), Actes des IXemes journées internationales sur l'education scientifique*. Chamonix: A. Giordan et J. L. Martinand Editeurs, pp. 17-31.
- Gutierrez, R., Marco, B., Olivares, E., & Serrano, T.
(1990). *Enseñanza de las ciencias en la educación intermedia*. Madrid: Ediciones Rialp.
- Hodson, D.
(1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in science education*, 22, 85-142.
- Jorge, M. M.
(1991). Educação em ciência: perspectivas actuais. *In M. T. M. Oliveira (Coord.)*,

- Didáctica da Biologia*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Leite, A., Futuro, A., Silva, R., Marques, L., Praia, J., & Trindade, V.
(1994). Tectónica global e trabalho prático: contribuição para um sentido inovador do ensino. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 2.2 e 2.3, 354-360.
- Millar, R.
(1989). What is "scientific method" and can it be taught? In J. Wellington (Ed.), *Skills and processes in science education. A critical analysis*. London: Routledge.
- Pérez, G. & González, G.
(1994). Geología para todos. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, nº extra, 218-219.
- Reguant, S.
(1993). Consideraciones sobre los objetivos de la enseñanza de las ciencias de la tierra. *Enseñanza de las ciencias de la tierra*, 1.3, 144-147.
- Vygotski, L. S.
(1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Editorial Crítica. (Trabalho original em inglês publicado em 1978)
- Whitehead, A. N.
(1967). *The aims of education*. New York: The Free Press.
- Yager, R. E.
(1982). Features of a quality curriculum for school science. *Journal of curriculum studies*, 18(2), 126-134.
- Zyman, J.
(1986). Science education-for whom. In *Science in schools*. London: Open University Press.