

A CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA E O ENSINO DA CIÊNCIA

DERIVA CONTINENTAL: A IDEIA LOUCA DE UM METEOROLOGISTA QUE ENCARAVA A GEOLOGIA COMO UM PASSATEMPO

ISABEL PAIXÃO
SÍLVIA CALADO
SÍLVIA FERREIRA
VANDA ALVES
ANA MARIA MORAIS

Departamento de Educação
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

INTRODUÇÃO

A abordagem dos conhecimentos científicos que se faz no ensino actual é muitas vezes reducionista, consistindo num corpo neutro de conhecimentos no qual os conceitos metacientíficos estão, em geral, ausentes. Esta perspectiva de ensinar Ciência, que separa as conclusões científicas dos dados e da estrutura conceptual que atribuem significado a essas conclusões, invoca nos alunos ideias erradas sobre os processos de construção da Ciência. Este trabalho tem como finalidade propor uma estratégia relativa ao ensino da Ciência e que dá relevância aqueles processos. Constitui um instrumento dinâmico, permitindo aos alunos atingir o conhecimento através da reflexão e discussão sem que tal lhes seja simplesmente transmitido. Por outro lado, constitui um exemplo de um tipo de estratégia passível de desenvolver para os diversos conteúdos de ciências. No entanto, é importante ter presente a ideia de que este trabalho está direccionado para a actividade do professor, tratando-se de um instrumento que tem como finalidade contribuir para a formação deste. Com a continuação da realização deste tipo de estratégia o professor pode, e deve, promover junto dos

seus alunos estratégias mais abertas.

A estratégia apresentada neste trabalho foi construída por quatro alunas futuras professoras, no âmbito da disciplina de Didáctica das Ciências (ano lectivo 2000/2001), tendo como base o texto "*Wegener versus Everybody: Continental Drift*" (Hellman, 1998), complementada por informação científica e pedagógica fornecida por outros autores. Dada a complexidade dos conceitos científicos e metacientíficos envolvidos, esta estratégia está direccionada para o ensino secundário, ao nível do 12º ano.

A presente estratégia está baseada em diversos princípios. No que diz respeito à construção da Ciência, teve-se em conta as quatro dimensões definidas por Ziman (1984): histórica, filosófica, psicológica e sociológica. Do ponto de vista da aprendizagem, a estratégia tem subjacente perspectivas psicológicas (Bruner, Piaget e Vygotsky) e sociológicas (Bernstein). A estratégia apresentada baseia-se, fundamentalmente, no construtivismo social de Vygotsky (1978) e na teoria do discurso pedagógico de Bernstein (1990, 1996). Esta última é uma teoria que permite a análise da organização e da interacção na sala de aula, através dos conceitos de classificação e enquadramento – poder e

controlo na sala de aula. As ideias de Vygotsky ganham, assim, uma dimensão mais profunda quando analisadas segundo a linguagem interna de Bernstein (1990, 1996). Investigações recentes (Morais, & Neves, 2001) vêm mostrar que uma pedagogia mista é favorável à aprendizagem. Ora, tendo como base estes princípios, a estratégia apresentada neste artigo é caracterizada por esse tipo de pedagogia, que permite que os alunos adquiram as regras de reconhecimento e de realização que lhes permitam produzir o texto legítimo.

As profundas transformações que se verificam na sociedade e que estabelecem uma relação biunívoca quer com o avanço tecnológico, quer com o conhecimento científico — relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade — conferem a necessidade de uma reconceptualização do ensino da Ciência. Neste sentido, a presente estratégia procura deixar explícito que a construção da Ciência é um processo dinâmico e aberto, gerador de inúmeras controvérsias e conflitos entre os cientistas e que a sua aceitação social está dependente do contexto e ideologias da época em que se insere. Contudo, a controvérsia permite o avanço da Ciência. Assim é dada especial relevância às dimensões sociológica e filosófica da Ciência, fazendo-se também referência à psicológica e histórica. Desse modo, os alunos têm a possibilidade de apreender e aplicar conceitos científicos (da geologia, por exemplo) e metacientíficos, assim como desenvolver competências cognitivas e sócio-afectivas (como por exemplo, desenvolvimento de pensamento crítico e reflexivo, reconhecimento das potencialidades e limitações da Ciência e participação em discussões). Há que realçar que estas competências serão desenvolvidas em situações novas, com as quais os alunos não haviam tido contacto. Dentro do contexto referido, esta estratégia tem subjacente alguns pressupostos: permite mostrar aos alunos como se chegam a conclusões a partir de interpretação de dados; que a própria maneira de interpretar os dados muda com o avanço do conhecimento; que devido a estes princípios e alterações conceptuais, o conhecimento também muda; e que quando o conhecimento muda é por “boas” razões — porque se sabe mais e melhor do que se sabia anteriormente (Silva, 1975).

A estratégia pressupõe que os alunos já tenham abordado a teoria da Deriva Continental de Wegener (Hellman, 1998), ao nível do 7º ano, e que em aulas anteriores, no capítulo “Tectónica de Placas — um Modelo Unificador” (Ministério da Educação, 1995, p.114), tenham focado a questão do mecanismo das correntes de convecção (Press, & Siever, 1998), o princípio da isostasia (Press, & Siever, 1998), e ainda as dimensões da construção do conhecimento científico (Ziman, 1984). Por outro lado, a estratégia evidencia um carácter multidisciplinar, uma vez que pressu-

põe conhecimentos prévios da disciplina de Física (no campo da Geofísica). A natureza dos conhecimentos abordados, assim como a relação que é exigida com conhecimentos anteriores, faz com que esta estratégia esteja dirigida para alunos do secundário e que seja incorporada na unidade de ensino da Tectónica de Placas. Devido ao carácter extensivo inerente a esta matéria, aconselha-se que a abordagem se prolongue por duas aulas proporcionando aos alunos mais tempo de discussão.

Um tempo maior de discussão pode conduzir a desmotivação e a um nível mais reduzido de aprendizagem — as estratégias de discussão devem manter um equilíbrio entre rapidez e tempo necessário de aprendizagem. Por isso esta estratégia, tal como está estruturada, pressupõe que, embora vão aprender novos conhecimentos, os alunos já possuem conhecimentos, quer científicos quer sobre a natureza da ciência relacionados com o trabalho a desenvolver nestas aulas. Na sala de aula, a disposição das cadeiras em U poderá ser outro factor aliciante para promover quer o envolvimento e participação de todos os alunos, quer o acompanhamento por parte do professor. Os alunos serão confrontados com textos e figuras e serão, ainda, mencionadas questões-chave e indicações para o professor orientar a discussão. É aconselhado que cada texto indicado, figura e questão associada, sejam apresentados em acetatos separados ou *PowerPoint* de forma a tornar a aprendizagem mais estruturada. O logotipo que se apresenta a seguir deve estar presente em todos os acetatos ou, no caso da apresentação em *Power Point*, no início, em simultâneo com o título. No final de cada questão o professor deve certificar-se que o assunto ficou esclarecido para todos os alunos, isto é, que os objectivos estipulados em cada passo foram alcançados.

ESTRATÉGIA DE DISCUSSÃO

Para os alunos:



Ao longo das últimas aulas estivemos a relembrar a estrutura interna do planeta Terra e a aprender que existem correntes de convecção no seu interior. Estas correntes são responsáveis por muitos dos fenómenos que têm ocorrido à superfície do planeta desde há muitos milhões de anos. Também estudámos que o processo de construção da Ciência engloba várias dimensões: a filosófica, a psicológica, a sociológica e a histórica (Ziman, 1984).

Nas aulas que se seguem iremos, através de uma actividade de discussão de várias questões, tentar perceber a evolução de uma ideia: o Movimento dos Continentes e, a partir daí, aplicar conhecimentos acerca da forma como é construída a Ciência.

Através desta introdução pretende-se que os alunos percebam que esta actividade se irá debruçar sobre aspectos científicos e, também, metacientíficos. Por outro lado, esclarece os alunos quanto ao modo como irá ocorrer a actividade.

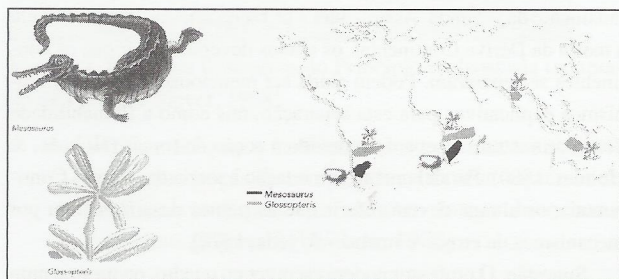


Figura 1. Distribuição geográfica de fósseis de *Glossopteris* e *Mesosaurus* com a mesma idade geológica, dentro de cada um dos grupos (adaptado de Motta, & Viana, 1998).

Para os alunos:

Com base nos dados do mapa da figura 1 que problema te surge?

Pretende-se que os alunos formulem um problema semelhante a: *Porque razão existem fósseis do mesmo género e com idades geológicas iguais em locais tão distantes geograficamente, como se observa entre a África e a América do Sul e Madagáscar e Índia?*

Nesta questão são requeridas competências complexas pela formulação de problemas e é abordada a dimensão filosófica da Ciência, pois é evidente que o questionamento surge de dados disponíveis.

Para os alunos:

Considera o problema científico formulado: *“Porque razão existem fósseis do mesmo género e com idades geológicas iguais em locais hoje tão distantes geograficamente, como se observa entre a África e a América do Sul e Madagáscar e Índia?”* e observa as figuras 2 e 3.

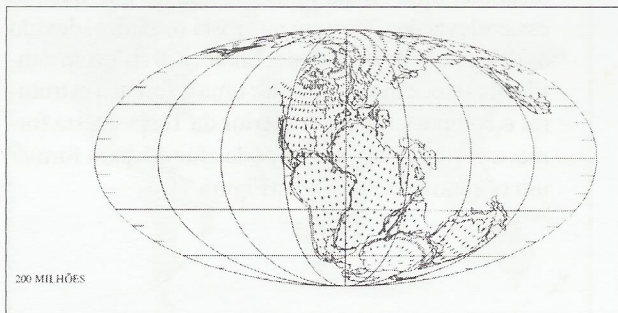


Figura 2. Possível configuração dos continentes há 200 M.a. (Fonte: Young, 1986).

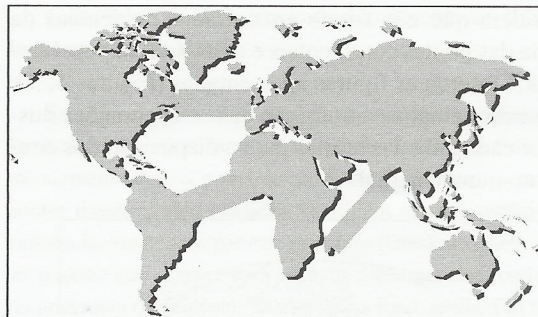


Figura 3. Possível configuração dos continentes há 200 M.a. (adaptado de *Clipart on line*).

Que hipótese te sugere cada uma das figuras?

Pretende-se que os alunos formulem duas hipóteses distintas. Com base na figura 2, a hipótese seria semelhante a: há muitos anos atrás todos os continentes estiveram unidos numa única massa continental — a Pangeia — o que permitiu a existência dos mesmos fósseis em locais hoje tão distantes. Com base na figura 3, a hipótese seria semelhante a: há muitos anos atrás existiam pontes continentais que ligavam alguns continentes, nomeadamente a América do Sul e a África, a América do Norte e a Europa e a Índia e Madagáscar, o que permitiu o fluxo de animais e plantas de uns locais para outros.

Sugestão: Se os alunos não perceberem como é que as plantas passam de um local para outro, o professor deve lembrar os alunos que as plantas germinam a partir de sementes e esporos. Estas estruturas têm a capacidade de permanecer no estado de latência e sob esta forma são transportadas pelos animais, pelo vento, etc.

Tal como na questão anterior, também aqui são requeridas competências complexas pela formulação de hipóteses e é abordada a dimensão filosófica da Ciência, pois é exposta a noção de que em resposta a um dado problema científico, podem ser formuladas diferentes hipóteses.

Para os alunos:

Formulaste duas hipóteses: (1) *há muitos anos atrás todos os continentes estiveram unidos numa única massa continental — a Pangeia — o que permitiu a existência dos mesmos fósseis em locais hoje tão distantes;* e (2) *há muitos anos atrás existiam pontes continentais que ligavam alguns continentes, nomeadamente a América do Sul e África, a América do Norte e a Europa, e a Índia e Madagáscar, o que permitiu o fluxo de animais e plantas de uns locais para outros.* Também há cerca de 1 século atrás vários cientistas propuseram hipóteses semelhantes. Isto mostra como a partir dos mesmos dados se podem chegar a teorias bastante diferentes: a Teoria da Deriva Continental (proposta por Wegener em 1912, citado em Hellman, 1998) e a Teoria das Pontes Continentais (proposta por Suess em 1904, citado em Oreskes, 1999).

Considera que não foram encontradas evidências da existência das pontes continentais e coloca-te no papel dos cientistas. Observa as figuras apresentadas (Figuras 4, 5 e 6) onde se esquematiza a transição das configurações ilustradas por cada uma das teorias para a disposição dos continentes no mundo actual.

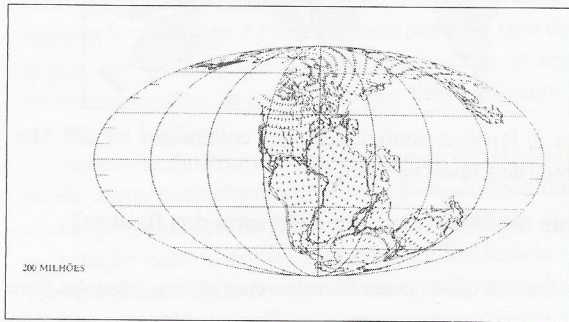


Figura 4. Mapa da Pangeia (Fonte: Young, 1986).

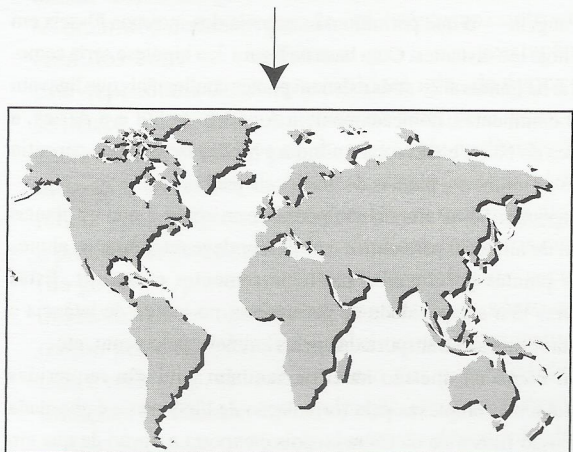


Figura 5. Configuração do mapa actual (Fonte: Clipart on line)

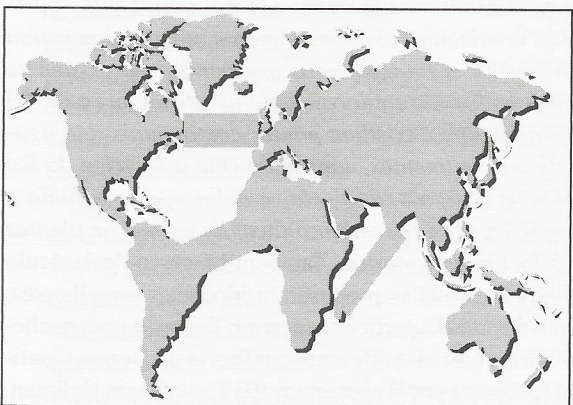


Figura 6. Mapa ilustrativo da Teoria das Pontes Continentais (adaptado de Clipart on line).

**Que mecanismos sugeres para esta transição?
De que modo estas duas teorias divergem na explicação da posição actual dos continentes?**

O professor deverá apresentar a primeira questão aos alunos isoladamente da segunda. Assim, para a primeira questão, relativamente à teoria da Deriva Continental, os alunos deverão referir que os continentes se separaram. Podem ainda ser mencionados alguns mecanismos explicativos para esta separação, tais como a flutuabilidade dos continentes e a separação devido à acção de forças (Holmes, & Holmes, 1980). Paralelamente, em relação à teoria das Pontes Continentais, os alunos devem referir que as pontes desapareceram por mecanismos de erosão e imersão (Uyeda, 1978).

Sugestão: O professor poderá escrever no quadro, ou mesmo num acetato, os vários mecanismos sugeridos pelos alunos para cada uma das teorias.

Posteriormente, o professor deverá confrontar os alunos com a segunda questão. Os alunos deverão verificar que a divergência que existe entre as duas teorias consiste apenas no facto de ambas pretenderem explicar o mesmo fenómeno. Por outro lado, deverão constatar que as teorias são algo contraditórias, na tentativa de explicar o mesmo.

A discussão desta questão, em termos de competências, possibilita a aplicação de conhecimentos a novas situações. Continua-se no estudo da dimensão filosófica da Ciência.

Para os alunos:

As duas teorias que têm sido analisadas são algo contraditórias e suscitaram um confronto de ideias no seio da comunidade científica. Partindo do pressuposto que, num dado momento, a disposição dos continentes à superfície da Terra tem uma única configuração, os cientistas tiveram a necessidade de verificar qual das teorias melhor se adequava à realidade. Para tal, recorreram a conhecimentos de geofísica, geografia e estratigrafia, nomeadamente:

1. Segundo o princípio da isostasia (Press, & Siever, 1998), às zonas mais elevadas dos continentes corresponde uma crosta mais espessa do que quando essas elevações ocorrem na crosta oceânica, devido às diferenças de densidade. Então, a divisão em continentes e oceanos faz-se por uma diferença estrutural e composicional do interior da Terra. Desta forma, um continente não se pode afundar para formar um oceano ou vice-versa (Figura 7).

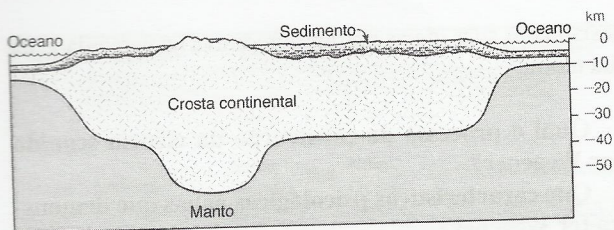


Figura 7. Esquema ilustrativo do Princípio da Isostasia (adaptado de Press, & Siever, 1998).

2. Verifica-se que os contornos dos continentes se ajustam como peças de um puzzle, sobretudo quando se analisam as linhas de costa ao longo do oceano Atlântico (Figura 8) (Uyeda, 1978).

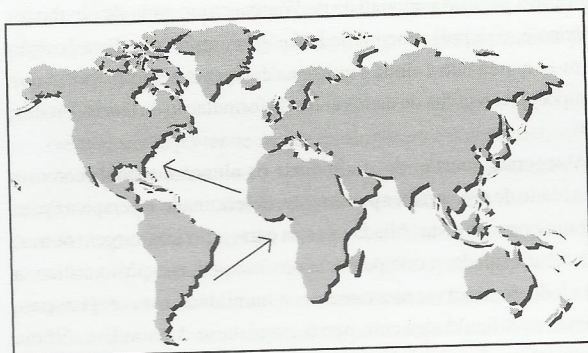


Figura 8. Esquema ilustrativo da possibilidade de encaixe das linhas de costa ao longo do Oceano Atlântico (adaptado de Clipart on line).

3. Existem as mesmas seqüências estratigráficas nas regiões costeiras de continentes geograficamente separadas. A região costeira da América do Norte possui seqüências iguais às encontradas na Europa e o mesmo se verifica nas seqüências da América do Sul e da costa Atlântica da África e nas seqüências das costas de Madagascar e Índia (Figura 9) (Uyeda, 1978).

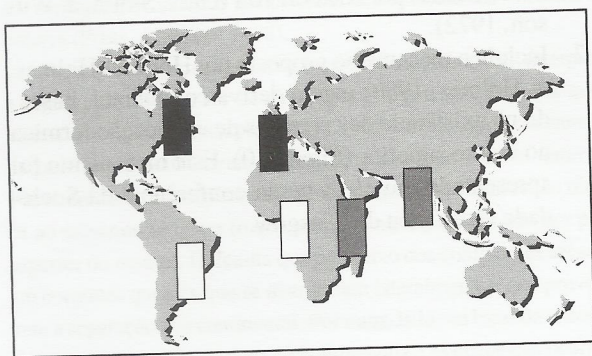


Figura 9. Esquema ilustrativo das seqüências estratigráficas nas regiões costeiras de continentes geograficamente separadas (adaptado de Clipart on line).

Com base nestes novos dados discute as duas hipóteses que formulaste.

Esta questão permite que os alunos, através da análise dos dados fornecidos, compreendam que a hipótese das Pontes Continentais é incongruente com o princípio da isostasia, porque, mesmo que as pontes tivessem sido erodidas, existiriam sempre vestígios da sua existência, explicados por este princípio (Oreskes, 1999). Além disso, o ajuste que parece existir entre os contornos dos continentes seria uma mera coincidência se esta teoria fosse aceite. Em relação ao terceiro dado apresentado, os alunos poderão referir que a existência de seqüências estratigráficas iguais nos locais observados resultava das zonas de inserção das pontes continentais. Neste caso, o professor deverá chamar a atenção dos alunos para o já referido princípio da isostasia. Por isso, deverão rejeitar esta hipótese.

A hipótese da Deriva Continental é apoiada pelos últimos dois dados, uma vez que a existência de contornos que se ajustam como as peças de um puzzle indicaria que os continentes já teriam estado unidos. As seqüências estratigráficas teriam também resultado dessa união (Uyeda, 1978).

Sugestão: O professor deverá confrontar os novos dados fornecidos com os mecanismos referidos pelos alunos na questão anterior. Assim, dar-se-á ênfase à decisão tomada.

Esta análise continua a evidenciar a dimensão filosófica da Ciência e, para além disso, aborda a dimensão sociológica interna, uma vez que foca o confronto entre duas teorias a nível da comunidade científica, e abrange questões de carácter multidisciplinar. Também abrange a dimensão histórica da Ciência, porque tem em consideração o facto de a Ciência ir evoluindo com base em conhecimentos já construídos, em experiências já realizadas. Por outro lado, fomenta no aluno a capacidade de tomar decisões, críticas e reflexivas.

Para os alunos:

No início do século XX, todas as explicações e teorias encontradas pelos cientistas para compreender os fenómenos geológicos (como a formação de montanhas) eram feitas sem ter em conta a movimentação dos continentes. Por exemplo, Dana (Flint, & Skinner 1977) defendia, na altura, que algumas montanhas, não associadas a fenómenos de vulcanismo, se teriam formado pela subsidência de uma grande quantidade de sedimentos e conseqüente ascensão e deformação dos estratos adjacentes – Teoria dos Geosinclinais.

Wegener, em 1915, cinco anos após ter formulado a sua teoria da Deriva Continental, apresentou-a a esta comunidade científica, através do seu livro “Origem dos Continentes e dos Oceanos”. Com a sua teoria este cientista, meteorologista de profissão, invadiu vários campos científicos (citado em Hellman, 1998).

Em 1928 Chamberlin (citado em Hellman, 1998), um geólogo americano, fez o seguinte comentário: “Se acredi-

tarmos na hipótese de Wegener teríamos que esquecer tudo o que foi aprendido nos últimos 70 anos e recomeçar tudo de novo.”

Na tua opinião qual terá sido a reacção da comunidade científica para com Wegener e a sua teoria?

Relativamente a esta questão espera-se que os alunos compreendam que durante a apresentação de teorias à comunidade científica, os cientistas podem deparar-se com inúmeros problemas. Neste caso concreto, a teoria proposta por Wegener enfrentou fortes críticas. A controvérsia nasce principalmente por dois motivos: o primeiro relativo à própria natureza da teoria, que ia contra as ideias existentes na época; e o segundo incidiu no facto de Wegener ter invadido vários campos disciplinares que não a meteorologia, apenas da qual era especialista, e por isso foi considerado um intruso pelos cientistas das várias áreas (Hellman, 1998).

É importante que o professor deixe claro que a controvérsia entre teorias tem sempre um lado positivo, uma vez que permite o avanço da Ciência. Isto verifica-se porque as teorias em oposição têm necessidade de procurar novos dados que permitam a refutação da teoria oposta.

O exemplo da Teoria dos Geossinclinais tem como objectivo retratar que a não aceitação da teoria da Deriva dos Continentes não era só “má vontade”, mas sim que, para a comunidade científica da altura, havia outras teorias que pareciam explicar os fenómenos e que também faziam sentido, em face dos conhecimentos existentes.

Nesta questão estão patentes as dimensões filosófica e sociológica interna.

Para os alunos:

Wegener quando formulou a teoria da Deriva Continental fê-lo baseando-se apenas na observação dos contornos dos continentes que, segundo ele, encaixavam como as peças de um puzzle, como já discutimos anteriormente. Pensando na sua teoria, Wegener considerou que se os continentes estiveram unidos em tempos passados, então deveriam existir sequências estratigráficas iguais nas zonas de união. Para confirmar a sua teoria, Wegener procurou essas provas. Mais tarde, lendo um artigo de Paleontologia, no qual se discutia a hipótese do Brasil ter estado unido à África, descobriu que os paleontólogos tinham verificado a existência de afinidades fósseis entre os dois continentes (Uyeda, 1978).

Wegener sabia que a sua teoria ia ser alvo de grande controvérsia — como discutimos na questão anterior — mas, de qualquer forma quis publicá-la, assumindo perante a comunidade científica que não conseguia explicar o mecanismo responsável pelo movimento da separação dos continentes. Apesar de todas as dificuldades com que se deparou após a publicação da sua teoria, Wegener nunca

desistiu das suas ideias porque acreditava na veracidade da sua teoria.

Qual o processo de construção da ciência seguido por Wegener?

Que características psicológicas achas que demonstram ter Wegener?

Em relação à primeira questão, os alunos deverão referir-se ao racionalismo (Freitas, 1998) como o processo de construção da ciência seguido por Wegener. No entanto, caso apresentem dificuldade em enunciar esse conceito poderão, em vez disso, enumerar as etapas do racionalismo implícitas no texto. O professor, deste modo, deve dar ênfase à posição racionalista de Wegener, que parte de um modelo teórico e só depois procura dados que a comprovem. Esta posição opõem-se a uma outra ainda vigente na época — o empirismo — que pressupõe uma recolha de dados antes da formulação da teoria (Freitas, 1998).

A segunda questão deve conduzir os alunos a reconhecerem a necessidade de um carácter persistente, determinado e perspicaz para se ser um bom cientista. Aliadas a estas características surgem outras, como a curiosidade, a competência profissional, o espírito crítico, a capacidade de observar atentamente, a humildade e a coragem para enfrentar as dificuldades com que o cientista se depara. Esta última característica é especialmente importante para a mudança de paradigma (Kuhn, 1970) que Wegener pretendia induzir na comunidade científica de então.

As dimensões da Ciência abordadas são a sociológica interna, psicológica e filosófica.

Para os alunos:

Na tentativa de tornar aceite a sua teoria, Wegener, em 1929, reeditou pela última vez o seu livro, acrescentando-lhe novos dados:

1. Referiu as concordâncias geológicas entre a costa oeste de África e a costa este da América do Sul, evidenciadas por Alex du Toit (Gass, Smith, & Wilson, 1972).
2. Incluiu o mecanismo proposto por Holmes (Holmes, & Holmes, 1980) para a deriva continental, baseado na existência de correntes de convecção térmica no manto superior (Figura 10). Este mecanismo foi apresentado em 1928 numa conferência da Sociedade Geológica de Glasgow.

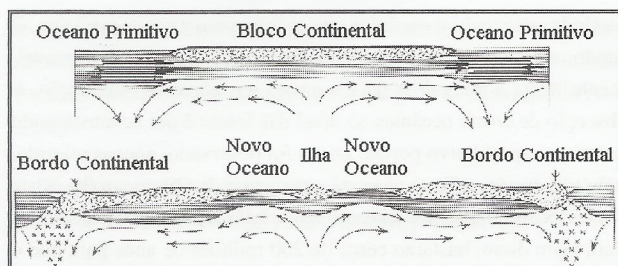


Figura 10. Diagrama que ilustra o mecanismo das correntes de convecção proposto por Holmes em 1928 (adaptado de Holmes, & Holmes, 1980).

Apesar da incorporação destes novos dados na teoria de Wegener, esta continuou a ser alvo de contestações de outros cientistas. Discute possíveis razões para a continuação da controvérsia.

Nesta questão pretende-se que os alunos mobilizem conhecimentos abordados anteriormente, quer no decorrer da estratégia de discussão, quer em conteúdos leccionados em aulas prévias. Os alunos deverão interpretar a figura e referir (1) a falta de coerência entre o mecanismo apresentado por Holmes em 1928 e o princípio da isostasia, porque Holmes considerava que os continentes flutuavam na crosta oceânica quando eram separados pela acção das correntes de convecção; e (2) que este mecanismo não considera a existência quer de locais na crosta onde ocorra ascensão magmática (tal como ocorre, por exemplo, nos rifts) quer de locais onde ocorra a subducção de crosta oceânica sob a continental (Flint, & Skinner, 1977).

Sugestão: se os alunos não recordarem o mecanismo das correntes de convecção abordado em aulas anteriores, o professor poderá apresentar um esquema explicativo deste mecanismo.

Por outro lado, para que o mecanismo das correntes de convecção fique bem entendido, o professor deverá fazer uma analogia entre este mecanismo e o fenómeno que ocorre quando a água, numa panela, começa a ferver (Figura 11). Nesta situação existe uma diferença de densidades no interior do fluido em que a porção mais densa desce e a menos densa ascende à superfície, descrevendo movimentos circulares (Press, & Siever, 1998).

Para além disso, se os alunos tiverem dificuldades em interpretar a Figura 10, o professor deverá explicar em traços sucintos que o mecanismo que Holmes propôs em 1928 difere significativamente daquele que é actualmente aceite (proposto pelo mesmo autor em 1964). Inicialmente Holmes imaginou correntes de convecção térmica no substrato terrestre (o que actualmente é denominado por parte superior do manto). Defendia que por baixo dos continentes ascendiam correntes quentes que se distribuíam lateralmente e que provocavam a separação dos continentes. Por outro lado, no local de encontro entre as correntes de convecção continentais e as oceânicas ocorria a submersão de ambas. Posteriormente, após a separação dos continentes, o material que ascendia pelas correntes de convecção formava o fundo dos oceanos (Holmes, & Holmes, 1980).

O professor deverá incluir na discussão a noção de que estes conceitos eram muito avançados para as ideias da época. Por outro lado, estando a tecnologia pouco desenvolvida, este mecanismo era de difícil compreensão.

Esta questão foca a dimensão sociológica interna da Ciência, assim como a dimensão filosófica. Para além disso, incide em conhecimentos científicos dos alunos, exigindo por parte destes o desenvolvimento de competências complexas através da interpretação de uma figura.

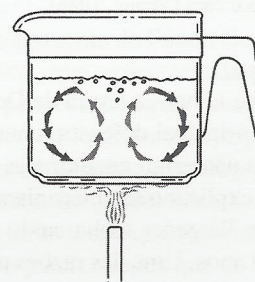


Figura 11. Analogia esquemática entre o mecanismo das correntes de convecção e a água a ferver (Fonte: Press, & Siever, 1998).

Para os alunos:

Em 1939, nove anos após a morte de Wegener, teve início a 2ª Guerra Mundial, cujos efeitos abrangeram várias áreas. Nessa altura houve uma forte necessidade de desenvolver técnicas de defesa e ataque militares. Consequentemente, verificou-se um grande investimento financeiro no desenvolvimento de instrumentos tecnológicos já inventados, mas que até então tinham sido esquecidos (Uyeda, 1978). Infelizmente, este contributo para a Ciência não surgiu para esta e por esta, mas sim com o intuito de tornar alguns países mais poderosos que outros e melhor preparados para a guerra. Apesar disso, este desenvolvimento tecnológico permitiu que, após o final da guerra, os cientistas da época, investigassem os fundos oceânicos. Como exemplos podem referir-se o desenvolvimento do registor magnético acústico de profundidade de precisão que veio permitir a cartografia topográfica do fundo oceânico (Uyeda, 1978); e o desenvolvimento de sensores remotos que também permitiram cartografar a topografia dos fundos oceânicos e o estudo das suas rochas (Uyeda, 1978).

Em que medida achas que a 2ª Guerra Mundial influenciou o conhecimento científico?

Os alunos deverão reconhecer que a 2ª Guerra Mundial, apesar dos seus efeitos nefastos a vários níveis, permitiu um grande desenvolvimento da tecnologia e da sua aplicação na investigação científica. Embora muitos dos equipamentos já tivessem sido inventados, esses foram redescobertos e desenvolvidos.

EXPERIÊNCIAS e ACTIVIDADES

dos PROFESSORES

Esta questão permite abordar a influência da Sociedade sobre a Tecnologia e sobre a Ciência. Neste âmbito, está-se perante a dimensão sociológica externa da Ciência, apenas numa das suas vertentes (a influência da Sociedade sobre a Ciência).

Nota: Caso os alunos questionem o professor acerca da morte de Wegener, o professor poderá dizer-lhes que este cientista faleceu na Gronelândia durante uma expedição científica. As condições adversas do local (51°C abaixo de zero e rajadas de vento de 112 Km/h) fizeram com que Wegener não resistisse a uma viagem de 400Km num trenó puxado por cães (Young, 1986).

Para os alunos:

Após todo este tempo, a teoria da Deriva Continental, agora sem o seu principal defensor, continuou a ser posta em causa, já que não eram encontradas provas concretas que permitissem explicar o seu mecanismo. Talvez por esta razão a teoria de Wegener tenha caído no esquecimento durante quase 40 anos. Uma das razões pelas quais muitos cientistas rejeitaram as ideias de Wegener residiu no facto de não ser explicado o mecanismo que permitiu que os continentes se tivessem deslocado milhares de quilómetros.

Como já referimos anteriormente, foi com as tecnologias desenvolvidas durante a 2ª Guerra Mundial que os cientistas puderam estudar os fundos oceânicos. Já desde os finais do século XIX que se suspeitava da existência de uma crista no fundo do oceano Atlântico, da qual Wegener tinha conhecimento, mas que não relacionou com a sua teoria por não a considerar importante. No entanto, só no final dos anos 50 se percebeu que esta crista era de origem vulcânica e que tinha, no seu centro, um vale profundo (rift), do qual emanava um fluxo de calor intenso, desconhecido até então. Com a continuação das investigações ao nível do rift, os cientistas começaram a suspeitar que este calor tinha origem no manto e que, além disso, existiam cristas em todos os oceanos. Verificou-se ainda que na crosta oceânica não existiam rochas com idade superior a 200 milhões de anos (Press, & Siever, 1998).

Uma vez alcançados estes novos dados, e atendendo a tudo o que já foi dito anteriormente, que contributos pensas que terá dado este avanço científico para a Teoria da Deriva Continental?

Uma vez que, em aulas anteriormente leccionadas, os alunos já tiveram contacto com o mecanismo das correntes de convecção e com o mecanismo de funcionamento dos rifts, estes deverão referir a teoria proposta por Hess (Gass, Smith, & Wilson, 1972), mesmo que não identifiquem o autor. Assim, o professor deve orientar a discussão de modo a que os alunos enunciem, lembrando, a teoria proposta pelo autor referido. Esta teoria, designada por teoria do Alastramento do Fundo Oceânico, foi publicada por Hess em 1962. Postula que é a

partir da crista média-oceânica que se forma nova crosta oceânica. O fundo oceânico alastra para ambos os lados das cristas e, provavelmente, volta a mergulhar para o manto nas zonas de subducção. A absorção de crosta oceânica ao nível das fossas é um acontecimento um tanto especulativo porque nunca foi observado, apenas inferido, uma vez que (a) a Terra não está a aumentar de volume; e (b) existe nesses locais uma ocorrência preferencial dos hipocentros dos sismos. Para além disso, bastarão cerca de 200 milhões de anos para que o fundo dos oceanos se renove completamente. Deste modo, verifica-se que o fundo oceânico não é permanente, estando em constante processo de formação e destruição.

O professor tem um papel determinante na interligação entre a teoria do Alastramento do Fundo Oceânico e a teoria da Deriva Continental proposta por Wegener. Assim, deve ser dado ênfase ao facto da teoria proposta por Hess ter proporcionado o início da explicação do mecanismo responsável pela deriva dos continentes.

Esta questão abrange, mais uma vez, a dimensão filosófica da Ciência, já que se está perante o apoio da teoria da deriva continental pela descoberta de novos dados científicos. Além disso, está igualmente presente a dimensão histórica da Ciência, visto que se relacionam teorias previamente existentes com a descoberta de novos dados.

Sugestão: se os alunos apresentarem dificuldades em enunciar a teoria do alastramento do fundo oceânico, o professor poderá expor um esquema semelhante ao sugerido a seguir (Figura 12). Deve salientar as zonas de rift, o movimento do fundo oceânico e as regiões onde ocorre subducção.

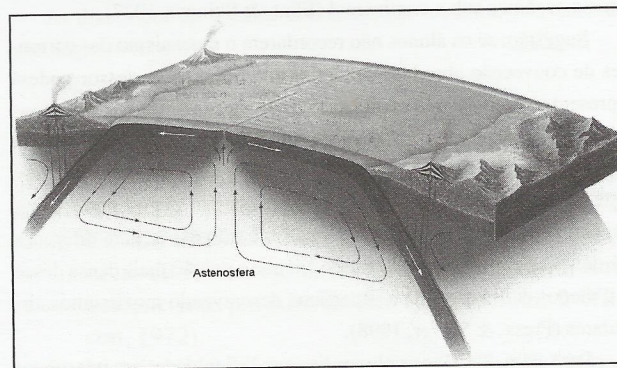


Figura 12. Esquema ilustrativo do mecanismo que permite a ocorrência do alastramento do fundo dos oceanos (adaptado de Press, & Siever, 1998).

Para os alunos:

Estudos geofísicos em que se publicaram os dados geomagnéticos do Pacífico Oriental, possíveis com a utilização de equipamentos (magnetómetros) instalados a bordo de navios oceanográficos, permitiram obter resultados notáveis acerca da distribuição de bandas de diferente polaridade magnética nos fundos oceânicos (Uyeda, 1978).

Estes estudos mostraram ainda que estas bandas se apre-

sentam cortadas em vários locais, estando por vezes afastadas até 1000 Km. Estes locais coincidem com zonas de fractura onde ocorre ascensão de magma (Press, & Siever, 1998).

Porque razão é importante que os cientistas publiquem os resultados das suas investigações?

A discussão deverá ser orientada de forma a que os alunos compreendam a importância da publicação dos resultados das investigações científicas. Desta forma é possível torná-los de conhecimento geral, permitindo a sua aplicação em investigações futuras. Por outro lado, a divulgação científica fomenta a cooperação entre cientistas, essencial ao progresso da Ciência, e pode ainda promover o carácter multidisciplinar da Ciência.

Para além disso, o professor deve focar que estes novos dados vêm apoiar a teoria referida anteriormente – Teoria do Alastramento do Fundo Oceânico. Isto porque estes novos dados põem em evidência o conceito de fundo oceânico em movimento, e assim, se se aceita que a Terra é um corpo dinâmico, podem ter que ser abandonadas parte das velhas teorias e livros, dando lugar a um novo enfoque científico. Nesta questão são abordadas as dimensões histórica, filosófica, sociológica interna e psicológica da Ciência.

Sugestão: Apenas se for necessário, para que os alunos compreendam melhor como é que o campo magnético fica registado nas rochas, aquando da sua formação, o professor poderá apresentar um esquema explicativo como o que se sugere em seguida (Figura 13).

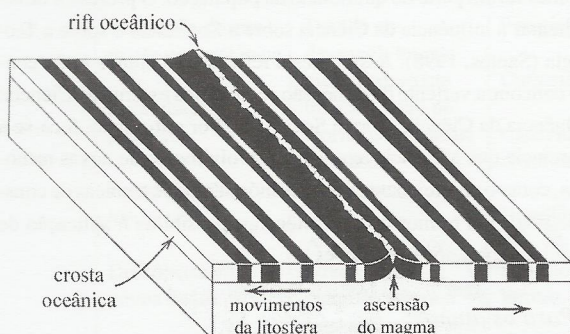


Figura 13. Esquema que ilustra a Teoria do Alastramento do Fundo Oceânico, com base em dados geomagnéticos (adaptado de Press, & Siever, 1998).

O professor poderá ainda referir que, de acordo com a teoria da Tectónica de Placas, o magma à medida que ascende nas zonas de Riftes ou das Cristas Médias Oceânicas, para formar o novo fundo oceânico ou novas ilhas, arrefece. Ao arrefecer o magma cristaliza e com eles os minerais constituintes, passam do estado *líquidus* ao *sólidus*; quando este fenómeno acontece diz-se que se atravessou o ponto de Curie – deu-se a cristalização e a geração de um novo mineral. É este o momento em que os minerais ferromagnesianos constituintes das

novas litologias que formam a recente crosta oceânica se magnetizam no sentido (normal ou inverso) do campo magnético terrestre prevalente naquela época. Como o fundo oceânico se afasta lentamente, em sentidos opostos, de um e outro lado da crista oceânica, é inevitável que uma banda de fundo oceânico formado durante um período de polaridade normal seja vizinha de uma banda com magnetização inversa, produzindo um padrão de bandas simétricas em relação à Crista Média. (Moors, & Twiss, 1996).

Para os alunos:

A teoria do Alastramento do Fundo Oceânico, formulada por Hess em 1962, que, como acabámos de ver, veio a ser muito apoiada pela evidência de bandas magnéticas no fundo dos oceanos, contribuiu para o aparecimento de uma teoria mais esclarecedora para a explicação do movimento dos continentes: a teoria da Tectónica de Placas (Uyeda, 1978). Foi a partir desta teoria que se tornaram conhecidos muitos, novos e eloquentes dados que de algum modo suportam a Teoria da Deriva Continental. No entanto, só após grandes avanços tecnológicos, grandes descobertas e grandes mudanças conceptuais é que a teoria proposta por Wegener se tornou melhor compreendida, no final dos anos 60.

Por esta altura, tornou-se claro que o próprio nome atribuído por Wegener à sua teoria (Deriva Continental) não estava correcto, já que não eram os continentes que deslizavam por si só, mas sim devido à sua inclusão em placas litosféricas. Sabe-se, actualmente, que a litosfera está dividida em doze placas principais (Figura 14) e que estas têm a possibilidade de movimento devido às propriedades físicas do meio que lhes está subjacente — a astenosfera — que tem as características de um sólido parcialmente fluido (Uyeda, 1978).

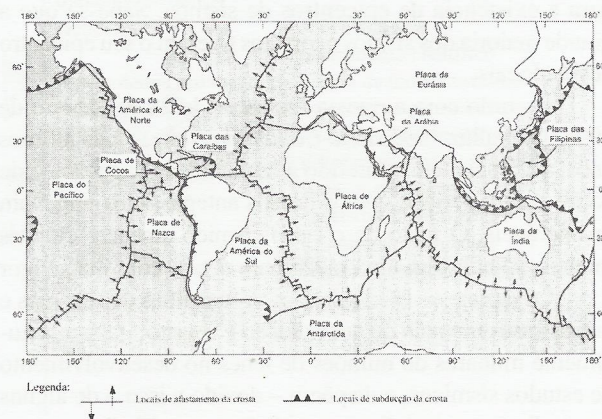


Figura 14. Mapa que evidencia a existência das placas litosféricas e os seus movimentos (Fonte: Young, 1986).

EXPERIÊNCIAS e ACTIVIDADES

dos PROFESSORES

O movimento dos continentes proposto por Wegener aparece, então, como consequência do alastramento e subducção dos fundos oceânicos, ficando deste modo compreendido o mecanismo que tantas “dores de cabeça” lhe provocou.

Com base na figura e nos conhecimentos que já possui, que previsões farias acerca da transformação do mapa actual?

Nesta questão, o professor deverá conduzir os alunos para as possíveis alterações da configuração do mapa actual, tendo sempre em atenção os conhecimentos adquiridos ao longo de toda a actividade e em aulas anteriores. As previsões apresentadas deveriam ser semelhantes a: (1) o oceano Atlântico continuará a expandir-se enquanto que no oceano Pacífico se verificará o oposto; (2) eventualmente, o mar Mediterrâneo irá desaparecer, o que proporcionará o contacto entre a África e a Europa; e (3) a Índia continuará a aproximar-se do continente asiático, provocando o aumento da altitude dos Himalaias. Talvez nos próximos 220 milhões de anos não haja necessidade de se efectuar viagens transoceânicas entre a América e a Ásia! A título de curiosidade sugere-se que o professor refira que, embora esta seja a hipótese mais defendida, António Ribeiro (citado em Mendonça, 1995), geólogo português, defende que pode estar a iniciar-se a subducção na costa ocidental portuguesa e, como tal, poderá acontecer que daqui a 200 milhões de anos o Marquês de Pombal passe por cima da Estátua da Liberdade!

A interpretação da figura permite que os alunos desenvolvam competências complexas e, para além disso, permite a aplicação de conhecimentos científicos. Neste comentário estão presentes as dimensões filosófica e histórica da Ciência.

Para os alunos:

As zonas de rift e de subducção são locais preferenciais para a existência de epicentros de sismos. Sabe-se que a grande maioria dos sismos ocorridos tiveram o seu epicentro nesses locais.

De acordo com a revista *Expresso* de 28 de Janeiro de 1995 (Carvalho, 1995; *Pela Calada da Noite*), “nos últimos anos, a Ciência tem conferido à humanidade capacidade de acção contra perigos que os nossos antepassados julgavam insuperáveis. O facto de o risco sísmico ameaçar cidades inteiras, só constitui uma razão para actuar com mais vigor [. . .]. Os japoneses [. . .] pejaram as suas ilhas de sensores e outros instrumentais de auscultação e registo, gastam actualmente milhares de milhões de ienes no desenvolvimento de estudos sísmicos, e dispõem – devido a isso – de alguns dos melhores especialistas mundiais na matéria.”

Sabendo que Portugal está localizado numa zona do planeta com alguma probabilidade da ocorrência de

sismos, reflecte acerca da preparação do nosso país perante uma situação sísmica. Compara-a com o que sabes sobre a sociedade japonesa.

Inicialmente, o professor deve chamar a atenção dos alunos para o facto de o Japão se situar na junção de duas placas tectónicas (placa euro-asiática e placa do pacífico) no chamado Anel de Fogo do Pacífico (Young, 1986); e de Portugal se situar próximo da fronteira entre a placa euro-asiática e a placa africana, mais especificamente do Banco de Gorringe a sudoeste do Cabo de S. Vicente.

Nesta questão, os alunos, recorrendo aos dados fornecidos e a informações de cultura geral sobre a preparação tecnológica do Japão, deverão estabelecer uma comparação entre essa preparação japonesa e o caso português. Pretende-se que os alunos façam referência, por exemplo, que em Portugal há falta de construções preparadas para a ocorrência de sismos, enquanto no Japão os prédios e estruturas altas são construídas com um sistema que lhes permite balançar sem ruir. No entanto, o professor deve chamar a atenção dos alunos para o facto de em Portugal existir uma legislação adequada para a construção anti-sísmica, porém o que acontece, infelizmente, é que não é feita a devida manutenção dos edifícios antigos e fiscalização dos que vão sendo construídos.

Também podem focar a ausência de programas de sensibilização da sociedade portuguesa (como é o caso de normas de conduta a adotar antes, durante e depois de um sismo), assim como de treinamentos periódicos o que talvez se deva ao facto de em Portugal, nos últimos tempos, não ocorrerem sismos significativos, enquanto que no Japão, os sismos fazem parte do quotidiano da população. O professor deverá salientar a influência da Ciência sobre a Sociedade e sobre a Tecnologia (Santos, 1998). Assim, nesta reflexão, os alunos terão contacto com outra vertente da dimensão sociológica externa da Ciência: a influência da Ciência sobre a Sociedade. Por outro lado, foca-se a importância que a Ciência tem no desenvolvimento de novas tecnologias, como o aperfeiçoamento de sismógrafos e de técnicas de construção civil. Em termos de competências, possibilita a aplicação de conhecimentos a novas situações.

Para os alunos:

Alfred Wegener (citado em Waggoner, 1996), no seu livro (1929), “Origem dos Continentes e Oceanos”, fez o seguinte comentário:

“Parece que os cientistas continuam sem perceber que todas as ciências da Terra devem contribuir com evidências para a compreensão do nosso planeta desde a sua formação, e que a verdade só pode ser alcançada analisando todas estas evidências... Só a partir da interligação da formação fornecida por todas as ciências da Terra se poderá ter a esperança de determinar os processos que continuam no desconhecido e ter hipótese de aceitar os mais prováveis. Desta forma, devemos estar sempre preparados

EXPERIÊNCIAS e ACTIVIDADES dos PROFESSORES

para a possibilidade que cada nova descoberta, independentemente da área da Ciência de onde provém, pode influenciar as conclusões até então estabelecidas”.

Comenta a opinião do cientista baseando-te no processo de construção da Ciência.

Pretende-se que, através da relação com conhecimentos anteriores, os alunos discutam características fundamentais da construção da Ciência, entre as quais o seu carácter dinâmico, multidisciplinar, contínuo e questionável. Os alunos devem perceber que o conhecimento vai-se construindo com a contribuição de nova informação, que pode apoiar ou refutar a ideia em causa. Desta forma pretende-se que fique claro que, apesar de hoje em dia a teoria da Tectónica de Placas ser aquela que melhor explica a actual posição dos continentes, ela é apenas a mais aceite, pois é aquela que apresenta mais evidências para explicar o movimento dos continentes. Por isso mesmo as pesquisas continuam a nível de várias áreas, procurando responder às novas questões que vão surgindo.

Para além das características mencionadas anteriormente, os cientistas devem manter a capacidade de comunicar e permitir um maior fluxo de informação na comunidade científica. Esta questão engloba as dimensões filosófica, sociológica interna, psicológica e histórica.

Sugestão: O professor deverá criar uma discussão sobre o assunto, anotando no quadro as ideias dos alunos que, no final, deverão focar os aspectos mencionados no Quadro I.

Terminada a discussão, o professor deverá apresentar, num acetato, um esquema conceptual com o conceito geral a que se pretendia chegar: A controvérsia em Ciência. Deverá ser semelhante ao que se apresenta de seguida.

A evolução do pensamento científico pode ocorrer devido à existência de controvérsia entre cientistas, os quais são levados a procurar novas evidências e a usar novos argumentos, contribuindo, desse modo, para o avanço científico.

Quadro I — Conhecimentos metacientíficos relacionados com o processo de construção da Ciência que se focaram nesta estratégia de discussão.

Dimensão Filosófica	Dimensão Histórica	Dimensão Psicológica	Dimensão Sociológica	
			Interna	Externa
<i>Metodologia (Etapas da investigação)</i>	<i>Evolução da Ciência</i>	<i>Características da personalidade dos cientistas</i>	<i>Relações dentro da comunidade científica</i>	<i>Relações entre Ciência e Sociedade</i>
Percepção de que existe um problema	Devido ao desenvolvimento científico, existe uma sucessão de teorias em resposta ao mesmo problema.	Perspicácia	Existência de teorias opostas que surgiram como resposta ao mesmo problema	A nefasta 2ª Guerra Mundial permitiu o desenvolvimento de instrumentos já descobertos, o que conduziu a novas investigações científicas.
Formulação do problema		Curiosidade		
Formulação de hipóteses		Capacidade de observar atentamente	Os trabalhos de Wegener serviram de base para os trabalhos de outros cientistas	
Descoberta de novos dados	A descoberta de novos dados científicos leva a interacção de teorias já existentes.	Humildade		A evolução do pensamento científico acerca da mobilidade dos continentes permitiu um maior conhecimento sobre os sismos e consequentemente o desenvolvimento de tecnologia adequada à minimização dos efeitos dos mesmos.
Refutação de uma hipótese		Persistência com limites	Novos dados provocam o confronto entre cientistas, ideias e teorias	
Percepção de que uma teoria se pode formar de forma racionalista	Importância da publicação científica.	Espírito crítico		
Crítica de teorias		Coragem		
Formulação de novas hipóteses		Competência profissional		
Controvérsia em Ciência				

EXPERIÊNCIAS e ACTIVIDADES

dos PROFESSORES

ANÁLISE DA ESTRATÉGIA DE DISCUSSÃO

A análise da estratégia de discussão poderá ser realizada quer do ponto de vista da construção da Ciência (epistemológico), quer do ponto de vista da aprendizagem (psicológico e sociológico). Em relação à vertente epistemológica, será abordada, fundamentalmente, a noção de construção de Ciência proposta por Ziman. Quanto aos aspectos da psicologia da aprendizagem, ter-se-ão em conta as teorias de instrução de Bruner e Vygostky e a teoria de aprendizagem de Piaget. Quanto à sociologia da aprendizagem, a análise será baseada na teoria do discurso pedagógico de Bernstein.

ANÁLISE DO PONTO DE VISTA DA CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA

A Ciência, de acordo com Ziman (1984), tem de ser encarada como uma instituição social e, por isso, têm de considerar-se as suas várias dimensões metacientíficas: filosófica, psicológica, histórica e sociológica (interna e externa). No entanto, tem de se ter em consideração que a Ciência não pode ser devidamente entendida se for descrita em quatro dimensões separadas, sem se ter em atenção as suas inter-relações. Assim, apesar de na análise que se segue se analisar separadamente cada dimensão da Ciência, é preciso perceber que estas dimensões não são independentes umas das outras. De seguida (Quadro II), ter-se-á em conta os conhecimentos metacientíficos relacionados com o processo de construção da Ciência que se focaram nesta estratégia de discussão.

Quadro II — Análise da actividade do ponto de vista da construção da ciência.

DIMENSÃO FILOSÓFICA A dimensão filosófica da Ciência refere-se à metodologia usada na investigação científica.	Nesta estratégia foram vários os aspectos focados: <ul style="list-style-type: none">• percepção de que existe um problema científico e sua formulação;• formulação de hipóteses, com a noção de que podem ocorrer hipóteses distintas em resposta ao mesmo problema científico (existiu em simultâneo a teoria das pontes continentais e a teoria das deriva continental);• noção de que com a descoberta de novos dados pode-se, por um lado, refutar uma hipótese — com novos dados rejeitou-se a teoria das pontes continentais — e, por outro, apoiar outra hipótese — novos dados apoiaram a teoria da deriva continental;• percepção de que uma teoria se pode formular de forma racionalista (Wegener formulou a sua teoria de acordo com este princípio, partindo, inicialmente da sua teoria para depois procurar dados que a apoiassem);• noção da importância da troca de informação dentro da mesma área científica entre diferentes áreas científicas (por exemplo, (1) Wegener, ao propor a teoria da Deriva Continental, recorreu a conhecimentos de vários campos disciplinares; e (2) a teoria das Pontes Continentais foi refutada com base em conhecimentos de várias disciplinas);• noção de que com base numa teoria actualmente apoiada, como por exemplo a teoria da Tectónica de Placas, podem-se efectuar previsões, como é o caso da futura configuração do Mundo;• ideia de que as conclusões científicas não são definitivas.
DIMENSÃO PSICOLÓGICA A dimensão psicológica da Ciência diz respeito às características pessoais dos cientistas.	Nesta estratégia referiram-se características da personalidade de Wegener, como a perspicácia, a curiosidade, a competência profissional, a capacidade de observar atentamente, a persistência, o espírito crítico e a coragem. Por outro lado, também se teve em consideração que a publicação científica depende desta dimensão da Ciência.
DIMENSÃO HISTÓRICA A dimensão histórica da Ciência tem em consideração que a Ciência evolui “segundo uma sequência interligada de publicações de investigação” (Ziman, 1984, p. 5).	Nesta estratégia de discussão teve-se em conta esta dimensão nos seguintes aspectos: <ul style="list-style-type: none">• existência de uma sucessão de teorias científicas em resposta ao mesmo problema (evolução da ideia sobre o Movimento dos Continentes), como consequência do desenvolvimento científico;• relacionamento de teorias já existentes com a descoberta de novos dados científicos;• importância da publicação científica.

Quadro II — Análise da actividade do ponto de vista da construção da ciência. (continuação)

DIMENSÃO SOCIOLÓGICA	
A dimensão sociológica da Ciência tem de ser considerada em duas vertentes: a interna e a externa.	
INTERNA	
A dimensão sociológica interna está relacionada com as relações entre os cientistas dentro da comunidade científica.	Nesta estratégia, esta subdimensão foi focada nos seguintes aspectos: <ul style="list-style-type: none">• existência de teorias opostas dentro da comunidade científica, que surgiram como resposta ao mesmo problema;• confronto entre teorias ao nível da comunidade científica;• importância da publicação científica, que ao dirigir-se à comunidade científica, permite a cooperação entre cientistas e o desenvolvimento de novas hipóteses/teorias com base na informação publicada.
EXTERNA	
No que diz respeito à dimensão sociológica externa, esta refere-se à relação biunívoca entre a Ciência e a Sociedade, uma vez que, por um lado, a Ciência influencia a Sociedade que a rodeia e, por outro, “os trabalhos internos da própria Ciência estão a ser transformados pelas enormes forças sociais que actuam sobre ela e penetram na sua essência filosófica e psicológica” (Ziman, 1984, p. 3).	Nesta estratégia, a relação da Sociedade com a Ciência ficou bem evidente na influência que a 2ª Guerra Mundial teve no desenvolvimento de tecnologia e na sua aplicação na investigação científica. Contrariamente, a influência da Ciência sobre a Sociedade não é tão evidente nesta estratégia, tendo sido apenas mencionada na importância que as descobertas científicas têm no desenvolvimento de novas tecnologias, que por sua vez levam a um melhoramento das condições sociais — como é o caso da construção de edifícios com menos probabilidade de ruir na ocorrência de um sismo.

ANÁLISE DO PONTO DE VISTA DA APRENDIZAGEM

Análise do ponto de vista sociológico

Segundo Bernstein (1990, 1996), quando se adopta uma determinada prática pedagógica na sala de aula, ela determina sempre uma relação que se estabelecerá entre professor-aluno e aluno-aluno. Sociologicamente, essa prática, caracteriza-se pelo poder e controlo de cada interveniente.

O poder define-se em termos de classificação, e relaciona-se com as fronteiras que se estabelecem entre as várias categorias, como por exemplo, professores, alunos, espaços, conteúdos de aprendizagem. A classificação será tanto mais forte, quanto mais nítida for a separação existente entre as categorias (Domingos *et al.*, 1986).

O controlo define-se em termos de enquadramento, que refere as relações sociais que se estabelecem entre as categorias consideradas, ou seja, a comunicação que se irá estabelecer entre elas. O enquadramento será mais forte quan-

do as categorias superiores (por exemplo o professor) têm todo o controlo sobre as categorias inferiores (por exemplo os alunos).

Em seguida (Quadro III), ir-se-á caracterizar a estratégia de discussão apresentada sob este ponto de vista. Em termos de classificações, no que se refere aos espaços da sala de aula consideraram-se as fronteiras que se estabelecem entre professor-aluno e aluno-aluno; em relação aos agentes que intervêm na actividade, consideram-se as fronteiras entre professor-aluno e aluno-aluno; por fim, em termos discursivos, consideram-se as fronteiras inter-disciplinar, intra-disciplinar e discursos académico-não académico. No que diz respeito ao enquadramento, apenas se consideram as relações entre professor-aluno, nas regras discursivas e hierárquicas, e nas relações entre os discursos académico-não académico.

EXPERIÊNCIAS e ACTIVIDADES
dos PROFESSORES

Quadro III — Análise da actividade do ponto de vista sociológico

CLASSIFICAÇÃO INTERNA	ENQUADRAMENTO INTERNO
ESPAÇOS	
<p>— <i>Professor-Aluno</i>: classificação fraca (C⁻). Para que a discussão seja dinâmica, o professor deve circular por toda a sala. Esta classificação é algo fortalecida, porque os alunos não têm acesso directo ao material da actividade.</p> <p>— <i>Aluno-Aluno</i>: classificação fraca (C⁻). Todos os alunos devem acompanhar a participação de todos os outros alunos, por isso, as mesas devem estar dispostas em “U”. No entanto, esta classificação é fortalecida, porque os alunos não estão a trabalhar em grupo e não partilham qualquer tipo de material.</p>	
SUJEITOS	
<p>— <i>Professor-Aluno</i>: classificação forte (C⁺⁺). O professor distingue-se dos alunos, uma vez que é ele quem determina a prática pedagógica a seguir</p> <p>— <i>Aluno-Aluno</i>: classificação fraca (C⁻). A discussão deve permitir que todos os alunos intervenham, devendo o professor valorizar todas as intervenções.</p>	<p>— <i>Professor-Aluno</i>: define-se em função de regras discursivas e das regras hierárquicas.</p> <p>REGRAS DISCURSIVAS <i>Seleção</i>: enquadramento forte (E⁺⁺). É o professor que selecciona os conteúdos e o tipo de actividade.</p> <p><i>Sequência</i>: enquadramento forte (E⁺⁺). Todo o material apresentado segue uma sequência definida pelo professor e na qual os alunos não podem intervir. Ao micro-nível o enquadramento é enfraquecido, porque a ordem pela qual as ideias dos alunos vão surgindo é definida por eles.</p> <p><i>Ritragem</i>: enquadramento forte (E⁺). O professor estabelece que a actividade se destina a duas aulas o que indica a taxa esperada de aprendizagem. Contudo, o facto de existir discussão enfraquece, de certo modo, essa ritragem.</p> <p><i>Crítérios de avaliação</i>: enquadramento forte (E⁺⁺). O aluno vai sendo orientado para produzir o texto legítimo.</p> <p>REGRAS HIERÁRQUICAS Enquadramento fraco (E⁻). Os alunos podem interagir, dando a sua opinião e assumindo diversas posturas durante a discussão.</p>

Quadro III — Análise da actividade do ponto de vista sociológico. (continuação)

DISCURSOS	
<p>— <i>Inter-Disciplinar</i>: classificação forte (C⁺). Sendo uma aula de Geologia, esta disciplina tem um estatuto mais elevado do que as outras disciplinas, embora haja algum enfraquecimento, pelo facto de se fazerem relações com outras disciplinas.</p>	
<p>— <i>Intra-Disciplinar</i>: classificação fraca (C⁻). Nesta actividade relacionam-se conhecimentos dentro da Geologia, considerando-se que todos têm o mesmo estatuto e que não existem fronteiras nítidas entre eles.</p>	
<p>— <i>Académico-não académico</i>: classificação forte (C⁺⁺). O conhecimento académico tem mais estatuto que o conhecimento não académico.</p>	<p>— <i>Académico-não académico</i>: Enquadramento fraco (E⁻). O conhecimento exterior à escola tem alguma aceitação no decorrer da discussão, nomeadamente na questão em que são requeridos conhecimentos dos alunos sobre as técnicas de prevenção dos sismos no Japão e em Portugal.</p>

Análise do ponto de vista psicológico

A aprendizagem, do ponto de vista psicológico, foi estudada por vários autores, nomeadamente por Bruner, Piaget e Vygotsky, entre outros. Nesta reflexão, será analisada a estratégia de discussão realizada sob este ponto de vista, tendo em atenção quais os princípios das teorias que se aplicaram. De seguida far-se-á uma relação entre estes princípios e a actividade de discussão realizada.

Bruner

Sendo um cognitivista, Bruner defende que a compreensão de princípios e ideias fundamentais da matéria constitui o meio mais importante para a adequada transferência de aprendizagem (Bruner, 1975). Na prática, um currículo deve ser estruturado de tal forma que o aluno tenha possibilidade de explorar ideias alternativas, caminhos divergentes, antes de aprofundar uma dessas alternativas. O aluno, num dado momento da aprendizagem, deve voltar a um assunto já aprendido de uma forma aprofundada; deve aplicá-lo a novas situações, cada vez mais complexas (Bruner, 1975). Para além disso, o educando deverá construir o seu conhecimento do mundo — Aprendizagem por Descoberta — que pressupõe, por parte do professor, uma capacidade de lançar perguntas que despertem a curiosidade, mantenham o interesse, provoquem e desenvolvam o pensamento (Aprendizagem por Descoberta Orientada, centrada, fundamentalmente, no aquisidor).

Para Bruner, uma Teoria da Instrução deve implicar quatro características determinantes (Quadro IV).

Piaget

O desenvolvimento cognitivo faz-se por mudanças de estruturas cognitivas, através de mecanismos de adaptação: a assimilação e a acomodação (Dolle, 1999). A assimilação é o processo mental pelo qual é feita a integração do meio no organismo; a acomodação é o processo pelo qual os esquemas já existentes se modificam em função das experiências do meio. Estes mecanismos são interactivos entre si. Para além destes aspectos, Piaget determinou a divisão do desenvolvimento cognitivo em estádios, estipulando a existência de etapas qualitativamente diferentes (Dolle, 1999) (Quadro V).

Vygotsky

A teoria de Vygotsky (1978) admite que a interacção social é a base das funções mentais elevadas (competências cognitivas complexas). Pressupõe que o desenvolvimento cultural começa por aparecer primeiro no plano social e, só depois, no plano psicológico individual. O professor é, fundamentalmente, um orientador da aprendizagem, o qual providencia um conjunto de recursos qualificados e cuidadosamente seleccionados, no sentido de promover o desenvolvimento do aluno. A teoria psicológica do desenvolvimento de Vygotsky pressupõe a existência de uma Zona de Desenvolvimento Proximal, ou seja, que existe uma diferença entre o nível de desenvolvimento real e o potencial (Quadro VI).

EXPERIÊNCIAS e ACTIVIDADES
dos PROFESSORES

Quadro III — Análise da actividade do ponto de vista sociológico

CLASSIFICAÇÃO INTERNA	ENQUADRAMENTO INTERNO
ESPAÇOS	
<p>— <i>Professor-Aluno</i>: classificação fraca (C⁻). Para que a discussão seja dinâmica, o professor deve circular por toda a sala. Esta classificação é algo fortalecida, porque os alunos não têm acesso directo ao material da actividade.</p> <p>— <i>Aluno-Aluno</i>: classificação fraca (C⁻). Todos os alunos devem acompanhar a participação de todos os outros alunos, por isso, as mesas devem estar dispostas em “U”. No entanto, esta classificação é fortalecida, porque os alunos não estão a trabalhar em grupo e não partilham qualquer tipo de material.</p>	
SUJEITOS	
<p>— <i>Professor-Aluno</i>: classificação forte (C⁺). O professor distingue-se dos alunos, uma vez que é ele quem determina a prática pedagógica a seguir</p> <p>— <i>Aluno-Aluno</i>: classificação fraca (C⁻). A discussão deve permitir que todos os alunos intervenham, devendo o professor valorizar todas as intervenções.</p>	<p>— <i>Professor-Aluno</i>: define-se em função de regras discursivas e das regras hierárquicas.</p> <p>REGRAS DISCURSIVAS <i>Seleção</i>: enquadramento forte (E⁺). É o professor que selecciona os conteúdos e o tipo de actividade.</p> <p><i>Sequência</i>: enquadramento forte (E⁺). Todo o material apresentado segue uma sequência definida pelo professor e na qual os alunos não podem intervir. Ao micro-nível o enquadramento é enfraquecido, porque a ordem pela qual as ideias dos alunos vão surgindo é definida por eles.</p> <p><i>Ritragem</i>: enquadramento forte (E⁺). O professor estabelece que a actividade se destina a duas aulas o que indica a taxa esperada de aprendizagem. Contudo, o facto de existir discussão enfraquece, de certo modo, essa ritragem.</p> <p><i>Crítérios de avaliação</i>: enquadramento forte (E⁺). O aluno vai sendo orientado para produzir o texto legítimo.</p> <p>REGRAS HIERÁRQUICAS Enquadramento fraco (E⁻). Os alunos podem interagir, dando a sua opinião e assumindo diversas posturas durante a discussão.</p>

Quadro III — Análise da actividade do ponto de vista sociológico. (continuação)

DISCURSOS	
<p>— <i>Inter-Disciplinar</i>: classificação forte (C⁺). Sendo uma aula de Geologia, esta disciplina tem um estatuto mais elevado do que as outras disciplinas, embora haja algum enfraquecimento, pelo facto de se fazerem relações com outras disciplinas.</p>	
<p>— <i>Intra-Disciplinar</i>: classificação fraca (C⁻). Nesta actividade relacionam-se conhecimentos dentro da Geologia, considerando-se que todos têm o mesmo estatuto e que não existem fronteiras nítidas entre eles.</p>	
<p>— <i>Académico-não académico</i>: classificação forte (C⁺⁺). O conhecimento académico tem mais estatuto que o conhecimento não académico.</p>	<p>— <i>Académico-não académico</i>: Enquadramento fraco (E⁻). O conhecimento exterior à escola tem alguma aceitação no decorrer da discussão, nomeadamente na questão em que são requeridos conhecimentos dos alunos sobre as técnicas de prevenção dos sismos no Japão e em Portugal.</p>

Análise do ponto de vista psicológico

A aprendizagem, do ponto de vista psicológico, foi estudada por vários autores, nomeadamente por Bruner, Piaget e Vygotsky, entre outros. Nesta reflexão, será analisada a estratégia de discussão realizada sob este ponto de vista, tendo em atenção quais os princípios das teorias que se aplicaram. De seguida far-se-á uma relação entre estes princípios e a actividade de discussão realizada.

Bruner

Sendo um cognitivista, Bruner defende que a compreensão de princípios e ideias fundamentais da matéria constitui o meio mais importante para a adequada transferência de aprendizagem (Bruner, 1975). Na prática, um currículo deve ser estruturado de tal forma que o aluno tenha possibilidade de explorar ideias alternativas, caminhos divergentes, antes de aprofundar uma dessas alternativas. O aluno, num dado momento da aprendizagem, deve voltar a um assunto já aprendido de uma forma aprofundada; deve aplicá-lo a novas situações, cada vez mais complexas (Bruner, 1975). Para além disso, o educando deverá construir o seu conhecimento do mundo — Aprendizagem por Descoberta — que pressupõe, por parte do professor, uma capacidade de lançar perguntas que despertem a curiosidade, mantenham o interesse, provoquem e desenvolvam o pensamento (Aprendizagem por Descoberta Orientada, centrada, fundamentalmente, no aquisidor).

Para Bruner, uma Teoria da Instrução deve implicar quatro características determinantes (Quadro IV).

Piaget

O desenvolvimento cognitivo faz-se por mudanças de estruturas cognitivas, através de mecanismos de adaptação: a assimilação e a acomodação (Dolle, 1999). A assimilação é o processo mental pelo qual é feita a integração do meio no organismo; a acomodação é o processo pelo qual os esquemas já existentes se modificam em função das experiências do meio. Estes mecanismos são interactivos entre si. Para além destes aspectos, Piaget determinou a divisão do desenvolvimento cognitivo em estádios, estipulando a existência de etapas qualitativamente diferentes (Dolle, 1999) (Quadro V).

Vygotsky

A teoria de Vygotsky (1978) admite que a interacção social é a base das funções mentais elevadas (competências cognitivas complexas). Pressupõe que o desenvolvimento cultural começa por aparecer primeiro no plano social e, só depois, no plano psicológico individual. O professor é, fundamentalmente, um orientador da aprendizagem, o qual providencia um conjunto de recursos qualificados e cuidadosamente seleccionados, no sentido de promover o desenvolvimento do aluno. A teoria psicológica do desenvolvimento de Vygotsky pressupõe a existência de uma Zona de Desenvolvimento Proximal, ou seja, que existe uma diferença entre o nível de desenvolvimento real e o potencial (Quadro VI).

EXPERIÊNCIAS e ACTIVIDADES
dos PROFESSORES

Quadro IV — Análise segundo a teoria psicológica de instrução de Bruner.

<i>Predisposição para a Aprendizagem — Motivação</i>	
Devem-se criar atitudes favoráveis à aprendizagem, como por exemplo, através de actividades facilitadoras do desenvolvimento intelectual, como é o caso da resolução de problemas e da exploração de alternativas.	Os alunos são colocados perante situações desplotadoras de curiosidade e é-lhes pedido que, perante os dados, formulem problemas e hipóteses. Mesmo que os alunos, à partida, não reúnam as condições motivacionais para a compreensão da noção da construção da Ciência, cabe ao professor suscitar-lhes esse interesse. Tal é possível a partir de perguntas interessantes acompanhadas, ou não, de imagens atractivas.
<i>Estruturação dos Conteúdos</i>	
(a) Forma de Representação (implica três aspectos: representação activa, icónica e simbólica, dos quais apenas se usaram os dois últimos). Dentro da representação icónica, poderá ser referido o uso de imagens resumidas que representam conceitos, embora não os definam; a representação simbólica implica o uso de proposições lógicas com vista à formação e/ou transformação de proposições.	Comò método de estruturação da estratégia são usadas figuras consideradas pertinentes, assim como pequenos textos introdutórios a cada questão. Quer umas, quer outros, apesar de, por vezes referirem conceitos, apelam ao raciocínio e à procura de novas proposições mais especializadas.
(b) Economia. Uma vez que a estrutura cognitiva tem limites há, pois, que fazer economia, isto é, procurar que a quantidade de informação a ser utilizada na mente do aluno lhe permita a sua compreensão.	De acordo com este princípio, os textos usados são concisos, reflectindo uma distinção entre a informação acessória e a essencial.
(c) Potência Efectiva. Esta característica refere-se à capacidade de organização do aluno em relacionar certas matérias com assuntos que, aparentemente, lhe possam parecer desligados, isto é, refere-se à capacidade de fazer a transferência de aprendizagens.	Neste âmbito, pretende-se que os alunos façam uso de conhecimentos prévios e que interliguem com esses, novas informações que vão adquirindo ao longo da discussão.
<i>Sequência Eficiente da Apresentação dos Conteúdos</i>	
A sequência tem um papel fundamental na aquisição de conhecimentos e na maior ou menor facilidade de compreensão dos assuntos. Qualquer que seja a sequência do material a ser apreendido, deve deixar-se em aberto a possibilidade de explorar outras alternativas, de modo a que o aluno possa escolher entre várias hipóteses, antes de enveredar por uma delas.	Nesta estratégia segue-se uma sequência bem determinada. Os alunos começam por contactar com teorias antigas, sem explicações fundamentadas chegando, no final, à noção da Teoria da Tectónica de Placas. Os alunos vão percebendo a noção de construção da Ciência, reflectindo sobre todo o dinamismo que lhe está subjacente.
<i>Forma e Distribuição do Reforço</i>	
O professor, no momento de confrontar as respostas dos alunos com os objectivos pretendidos, deve introduzir eventuais esforços, fornecer orientações e sugerir determinadas alternativas (quando necessário).	Ao longo da estratégia, os alunos vão recebendo as indicações do professor e, cabe a este, reforçar as respostas no momento adequado. Na última questão, os alunos reflectem acerca da construção da Ciência, o que lhes servirá como reforço de todo o processo entretanto desenvolvido.

Quadro V — Análise segundo a teoria do desenvolvimento cognitivo de Piaget.

Assimilação e Acomodação.	Os alunos, ao longo da discussão, não vão ter contacto com muitos conteúdos científicos novos exceptuando-se, por exemplo, o paleomagnetismo. No entanto, as noções de construção de Ciência serão, seguramente modificadas, caso contrário não faria sentido realizar esta discussão.
Estádios do Desenvolvimento Cognitivo.	A estratégia de discussão foi formulada para alunos do secundário que estão, maioritariamente, no estágio formal. Por essa razão, devem ter a capacidade de se abstrair do real (de dados palpáveis e presentes) para raciocinar e ponderar, mentalmente, sobre várias hipóteses. Os alunos devem ser capazes de resolver problemas através de enunciados verbais como os usados nesta actividade.

Quadro VI — Análise segundo a teoria psicológica de instrução de Vygotsky.

Interação Social.	Neste caso a interação social é restringida à interação entre os alunos da turma e ao professor. Pretende-se que os alunos exponham a sua opinião perante a turma e que expliquem os seus pontos de vista no caso de se verificarem discordâncias.
Evidência da Zona Próxima.	Ao discutirem entre si, os alunos terão a possibilidade de se ouvirem uns aos outros e de “pensarem em conjunto”. Deste modo, os alunos que alcançarem níveis mais elevados vão contribuir para que, outros alunos com nível real de desenvolvimento mais baixo, atinjam um patamar superior àquele que chegariam caso estivessem sozinhos.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Professor Francisco Fatela as sugestões feitas e à Adelaide Neves que experimentou a estratégia na sala de aula e que, com as suas sugestões, também permitiu a introdução de alterações no texto.

BIBLIOGRAFIA

- Bernstein, B. (1990). *The structuring of pedagogic discourse*. Londres: Routledge.
- Bernstein, B. (1996). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique*. Londres: Taylor & Francis.
- Bruner, J. (1975). *Toward a theory of instruction*. Londres: Harvard University Press.
- Carvalho, R. (1995, 28 de Janeiro). Pela Calada da Noite. *Revista Expresso*.
- Clipart. Em linha <<http://dgl.microsoft.com>.
- Dolle, J. (1999). *Para compreender Jean Piaget*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Domingos, A. M. (presentemente Morais), Neves, I. P., Barradas, H., & Rainha, H. (1986). *A teoria de Bernstein em sociologia da educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Flint, R. F., & Skinner, B. J. (1977). *Physical geology* (2ª ed.). E.U.A.: Wiley.
- Freitas, M. (1998). *Formação inicial e contínua de professores de Biologia e Geologia: O caso particular da Licenciatura em Ensino da Biologia e Geologia da Universidade do Minho*. Tese de Doutoramento, Universidade do Minho.
- Gass, J. G., Smith, J. P., & Wilson, R. C. L. (1972). *Vamos compreender a terra* (2ª ed.). Coimbra: Almedina.
- Hallam, A. (1985). *Grandes controvérsias geológicas*. Barcelona: Labon.
- Hellman, H. (1998). Wegener versus everybody. In H. Hellman. *Great feuds in science: Ten of the liveliest disputes ever* (Cap. 8). Nova Iorque: John Wiley.
- Holmes, A., & Holmes, D. L. (1980). *Geologia física*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Kuhn (1970). *The structure of scientific revolution* (2ª ed.). Chi-

EXPERIÊNCIAS e ACTIVIDADES

dos PROFESSORES

- cago: The University of Chicago Press.
- Mendonça, H. (1995, 15 de Outubro). Geopoema do mundo inquieto. *Diário de Notícias*.
- Ministério da Educação (1995). *Ciências da Terra e da Vida – Biologia e Geologia – Organização Curricular e Programa*. Lisboa: Imprensa Nacional, Casa da Moeda.
- Moors, E. M., & Twiss, R. J. (1996). *Tectonics* (3ª ed.). Nova Iorque: Freeman.
- Morais, A., & Neves, I. (2001). Pedagogic social contexts: Studies for a sociological of learning. In A. Morais, I. Neves, B. Davies, & H. Daniels (Eds.), *Towards a sociology of pedagogy: The contribution of Basil Bernstein to research*. Nova Iorque: Peter Lang.
- Motta, L., & Viana, M. A. (1998). *Bioterra – Ciências Naturais (Parte I-Geologia 7º ano de escolaridade)*. Porto: Porto Editora.
- Oreskes, N. (1999). *The rejection of continental drift: Theory and methods in American earth science*. Nova Iorque: Oxford University Press.
- Press, F., & Siever, R. (1998). *Understanding earth* (2ª ed.). Nova Iorque: Freeman.
- Santos, E. (1998). *Ciência, tecnologia e sociedade: Respostas curriculares a mudanças no ethos da Ciência – Os manuais escolares como reflexo dessas mudanças*. Tese de Doutoramento, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Silva, J. F. (Coord.). (1975). *Manual do professor de biologia*. Trad.-adapt. de BSCS-Biology Teacher's Handbook. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Uyeda, S. (1978). *The new view of the earth*. Nova Iorque: Freeman.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge Mass.: Harvard University Press.
- Waggoner, B. (1996). *Alfred Wegener*. Em linha: <<http://www.ucmp.berkeley.edu/history/wegener.html>>.
- Young, L. B. (1986). *O planeta azul*. Lisboa: Editorial Presença.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies*. Cambridge: Cambridge University Press.

DERIVA CONTINENTAL: A IDEIA LOUCA DE UM METEOROLOGISTA QUE ENCARAVA A GEOLOGIA COMO UM PASSATEMPO

RESUMO

A estratégia de discussão que se apresenta foi elaborada a partir do texto *Wegener versus Everybody: Continental Drift* (Hellman, 1998), e constitui uma actividade vocacionada para o ensino secundário. A actividade foca diversas dimensões da construção da Ciência, sendo dado ênfase especial às dimensões filosófica e sociológica interna. Pretende-se que os alunos estejam atentos para a forma como a Ciência se constrói, nomeadamente para a importância da controvérsia nessa construção. O artigo apresenta questões chave para os alunos e indicações para o professor e ainda uma análise da estratégia em termos de construção da Ciência e de processos de aprendizagem.

Palavras-chave: Estratégia de discussão; Controvérsia em ciência; Movimento dos continentes.

CONTINENTAL DRIFT: THE CRAZY IDEA OF A METEOROLOGIST WHO FACED GEOLOGY AS A HOBBY

ABSTRACT

Based on *Wegener versus Everybody: Continental Drift* (Hellman, 1998), the discussion strategy is directed to secondary school students. The activity focus on the various dimensions of science, especially the internal sociological and philosophical dimensions. Students are expected to become aware of the way science is built, namely of the importance of controversy in that process. The article contains key questions for the students and guidelines for the teacher and also an analysis of the strategy in terms of the construction of science and of learning processes.

Key-words: Discussion strategy; Controversy in science; Continents movement.

DÉRIVE CONTINENTAL: L'IDÉE FOLLE D'UN MÉTÉOROLOGISTE QUI CONSIDERAIT LA GÉOLOGIE COMME UN LOISIR

RÉSUMÉ

D'après le texte *Wegener versus Everybody: Continental Drift* (Hellman, 1998), la stratégie de discussion qui se présente constitue une activité directionnée vers l'enseignement secondaire. L'activité met au point des différents dimensions de la construction de la Science, surtout les dimensions philosophiques et sociologiques internes. On demande aux étudiants qu'il soient attentifs à la construction de la Science, particulièrement à l'importance de la polémique dans cette construction. L'article présente des questions-clé pour les étudiants et des indications pour le professeur et encore une analyse de la stratégie par rapport à la construction de la Science et aux procédés d'apprentissage.

Mots-clé: Stratégie de discussion; Controverse en Science; Mouvement des continents.