

Henrique Garcia Pereira, "Lugar e função dos recursos naturais no espaço do conhecimento" *Ingenium*, 2ª Série, Nº 78, Outubro 2003, págs. 74-78

LUGAR E FUNÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS NO ESPAÇO DO CONHECIMENTO

HENRIQUE GARCIA PEREIRA
Engenheiro de Minas

Resumo: Sublinha-se a importância dos Recursos Naturais como base dos processos produtivos e, a partir do conceito de Geo-Sistema, propõe-se uma nova visão económico-ecológica desses recursos no espaço do conhecimento emergente.

Os Recursos Naturais na base do processo produtivo

Se pensarmos num objecto do nosso quotidiano (por exemplo, um automóvel, ver Fig. 1) e se recuarmos na sua cadeia de valor acrescentado (procurando o input para cada *output* intermédio), acabamos sempre por ir parar a um qualquer 'recurso natural', fonte das matérias-primas e energia necessárias para iniciar o processo produtivo.

Quem se lembra já que os chips são feitos de Silício? E que os cartões de crédito derivam do petróleo? E que os livros resultam do abate das florestas? Com este exercício de desconstrução, a história que está por detrás da nossa civilização material (e mesmo imaterial...) vem à luz do dia, revelando as raízes das matérias primas onde assentam os artefactos humanos: A Terra e os seus Recursos, iluminados (e alimentados) pela Energia Solar.

Hoje, é enorme a importância do impacto dos fluxos de materiais accionados pelo Homem, mesmo comparada com aquele que resulta da dinâmica própria do planeta. De facto, estima-se em 30 t/ano.capita o consumo médio de recursos minerais nos países desenvolvidos durante a última década do século XX. Esta ordem de grandeza – que tem tendência a aumentar em volume, embora, nos últimos anos, se observe um ligeiro decréscimo em peso – leva a que o Homem possa ser considerado o mais importante 'factor geológico' do século XXI.

Por outro lado, 'apropriamos-nos' de 40% do output da fotossíntese terrestre e de 30% da produção primária das comunidades bióticas que se encontram na plataforma continental e zonas costeiras.

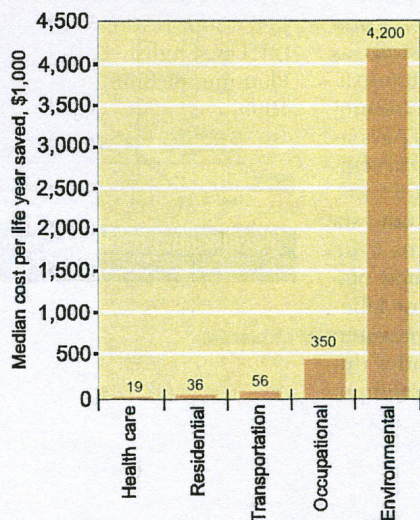
Mas, apesar destes factos, variáveis ligadas às matérias primas e à energia, dependentes em última instância dos Recursos Naturais, são habitualmente desprezadas, na maior parte dos modelos económicos, em face dos 'factores de produção', constituídos essencialmente por trabalho e capital.

Com o advento das preocupações ambientais, a primeira ideia que surge ao espírito (ao espírito de alguns economistas neoliberais) é traduzir em unidades mo-

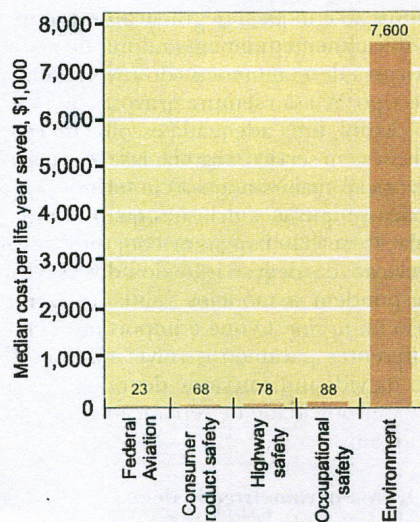


Fig. 1 - Na origem dos objectos, os Recursos Naturais

netárias as variáveis que exprimem a qualidade dos recursos naturais (e é assim que, nos nossos dias, 'ambientalistas cépticos' convertidos ao economicismo, como Lomborg, 2001, propõem a comum medida do dólar mesmo quando estão em jogo vidas humanas, ver Fig. 2).



Median cost ²⁷⁸⁶ per life-year saved for different sectors of society in 1993\$. Number of interventions for each sector is 310,30,87,36 and 124 respectively. Source: Tengs et al. 1995:371.



Median cost per life-year saved for different government sectors in 1993\$. Agencies are Federal Aviation Administration, Consumer Product Safety Commission, National Highway Traffic Safety Administration, Occupational Safety and Health Administration, and Environmental Protection Agency. Number of interventions for each sector is 4,11,31,16, and 89 respectively. Source: tengs et al. 1995:371.

Fig. 2 - com Lomborg, todas as dimensões ambientais são traduzidas em dólares (Lomborg, 2001, p. 341)

Nesta linha de monetarização do Ambiente, vemos com o maior espanto quantificar a contaminação da água ou do ar através dos custos da Segurança Social associados às doenças que se pensa terem sido causadas por um determinado poluente, calcular o 'valor' de um parque natural pelas receitas engendradas pelo turismo (ou mesmo avaliar uma floresta tropical pelo lucro gerado pelo material genético que pode ser usado para produzir medicamentos).

De facto, quando os Recursos Naturais são tomados em conta numa equação de custos/benefícios que pretende exprimir as preferências 'racionais' dos agentes, atribui-se-lhes um 'valor' monetário – que, na maioria dos casos, é perfeitamente arbitrário e mesmo manipulado, como em certas hipóteses de Bjorg Lomborg¹¹.

E mesmo que fosse minimamente credível passar tudo a unidades monetárias, ficava por resolver o problema de como fixar, num mundo contingente feito de saltos e bifurcações, uma taxa de desconto que permitisse 'actualizar' (isto é, referir ao instante presente) o valor ou o custo de efeitos futuros, a longuíssimo prazo. Também na linha proposta por Volland, 2001, chega-se ao extremo de basear a decisão sobre a preservação de uma espécie (Fig. 3) pela comparação do seu valor futuro no Banco, (calculado pela taxa de juro), e na Natureza, (calculado pela mesma equação, mas a partir da taxa de regeneração da espécie).

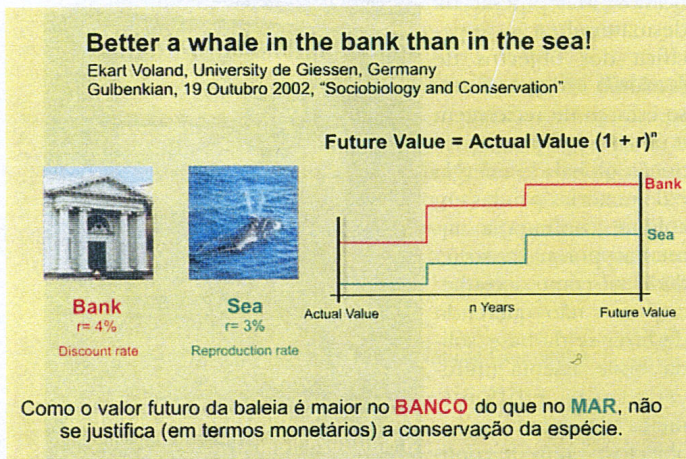


Fig. 3 - O valor futuro de uma espécie em vias de extinção

Posições extremas em face dos Recursos Naturais: a ideologia produtivista e a conservacionista

A ideologia produtivista - que se manifestou no Ocidente desde a Revolução Industrial e cujas consequências se prolongaram bem até ao âmago do século XX – tem, em relação aos Recursos Naturais, uma atitude verdadeiramente predatória, assente na ideia de que qualquer incremento na produção se iria reflectir linearmente num acréscimo de bem estar.

A Revolução Industrial deixou o seu testemunho indelével na Terra desventrada e pejada de resíduos de alta entropia, depositados sem qualquer critério (Fig. 4).

A atitude produtivista assenta no dualismo Homem/Natureza à maneira de Descartes, com a sua tristemente célebre Meditação – “*L'Homme est maître et possesseur de la Nature*” –, mas as suas raízes encontram-se na mais profunda filosofia judaico-cristã (oiçamos a voz do criador, no Génesis: “Povoem a Terra e subjuguem-na, dominem os peixes do mar e as aves do céu e todos os seres vivos que caminham à superfície”).

Com Francis Bacon, iniciou-se o programa moderno da conquista da Natureza pelo homem, a partir da Ciência mecanicista assente no positivismo: se descobirmos os desígnios do Grande Arquitecto da Natureza, podemos subjugar-lá à nossa vontade.

Esta 'conquista' da Natureza conduziu a que os recursos não renováveis fossem explorados sem atender à sua disponibilidade,

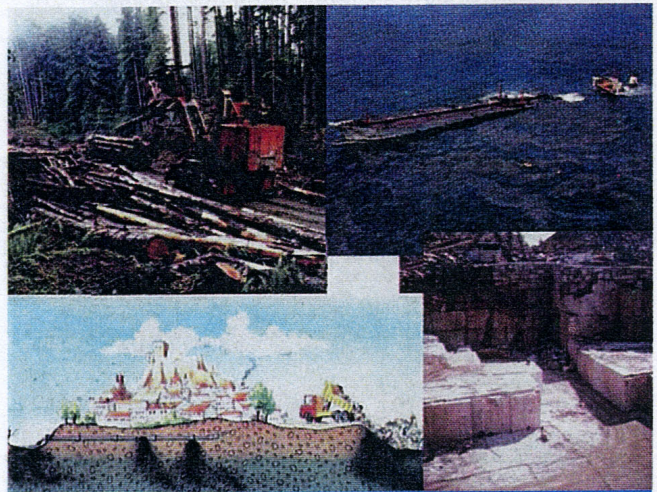


Fig. 4 - A Terra desventrada e contaminada

de, mas à medida das pretensas necessidades de um crescimento económico unidimensional, e que os renováveis fossem exauridos a um ritmo superior à sua capacidade de regeneração.

Até ao início do século XX, e excepto correntes muito minoritárias, ninguém contestava no Ocidente a ideologia produtivista, que era mesmo objecto de representações estéticas com contornos apologeticos (Fig. 5).

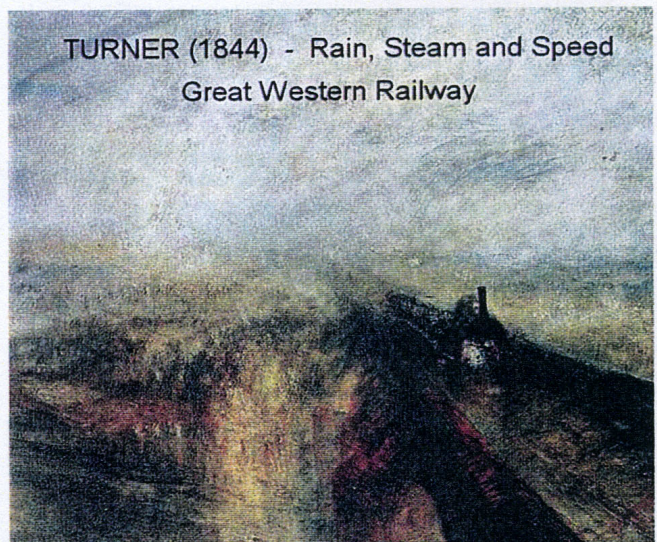


Fig. 5 - Turner e a representação laudatória da Revolução Industrial

Nos antípodas desta atitude antropocêntrica, começaram a surgir – a partir dos anos 60 do século XX, com forte expressão na consciência social do Ocidente – correntes conservacionistas (e catastrofistas, relativamente ao mundo actual), preconizando o 'regresso à Natureza', fonte de todas as harmonias. Estas correntes – fruto também do 'fracasso' da ciência clássica¹² na resolução dos problemas ambientais – lamentavam o facto de a Natureza estar toda dominada pelo Homem e propunham uma espécie de 'ecologismo selvagem', que não era mais do que a inversão dos termos da antiga dicotomia produtivista: mantinha-se o preconceito subjacente ao dualismo cartesiano que impunha uma separação completa entre o Homem e a Natureza, só que os papéis do 'Bom' e do 'Mau' eram trocados.

Numa Terra 'favorável' à humanidade, os recursos estariam disponíveis para serem 'oferecidos' ao Homem, sem esforço nem luta, numa paradisíaca espontaneidade que exprimia uma espécie de 'extenuação da racionalidade' (Callicott, 1993, Gonçalves, 1998). Enaltecia-se assim uma Natureza pura (como imagem do Éden sobre a Terra), numa falsa harmonia retrógrada, ideologicamente construída a partir de uma agricultura arcaizante (Fig. 6).



Fig. 6 - Representação da Natureza segundo a ideologia conservacionista

Os Geo-Sistemas como representação dos Recursos Naturais na sociedade do conhecimento

Na sociedade do conhecimento que está a emergir, o lugar privilegiado que a energia ocupava desde o Neolítico nos processos produtivos vai sendo tendencialmente ocupado pela informação e o conhecimento não se regem pelo 'jogo de soma nula' que é próprio do primeiro princípio da Termodinâmica (o conhecimento de A não desaparece do seu 'património', se for cedido a B, cf. Fig.7).

Diferença Radical entre os Fluxos Materiais e Imateriais

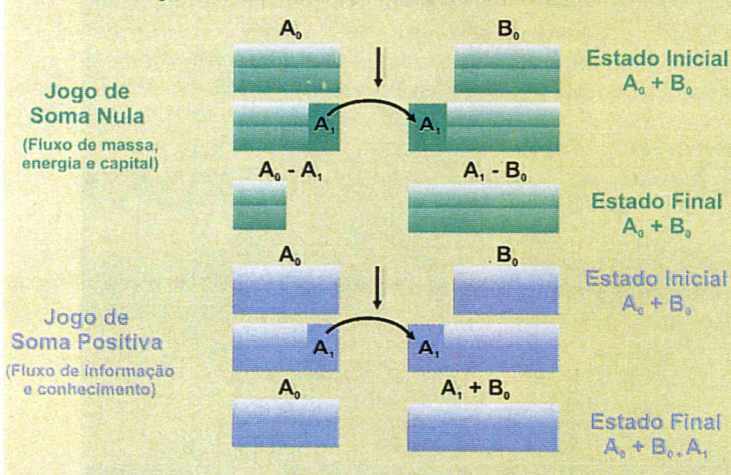


Fig. 7 - Diferença radical entre os fluxos de materiais (jogo de soma nula) e de informação (jogo de soma positiva)

Por outro lado, a informação é, desde Shannon, o contrário da entropia: quando se adiciona informação, os sistemas ganham forma, e a entropia baixa.

Então, a partir das tecnologias da informação/comunicação, capazes de transformar em 'GROWTH ENGINES' (Ayres & van der Bergh, 2000) o conhecimento e a criatividade (deslocando a interface entre o Homem e a Natureza no sentido da Cultura), é possível destronar a ideologia produtivista da Revolução Industrial, sem cair no imobilismo da Ecologia Selvagem (Fig. 8).

Pode-se então encarar um desenvolvimento multidimensional em que a velha dicotomia Homem/Natureza é substituída, no processo de construção de mundos, por uma sinergia entre a Natureza e a Cultura, factores dinâmicos e estruturalmente articulados. A nova relação – regida por um novo paradigma da complexidade que não se compadece com o rectilíneo princípio da causalidade – estabelece-se num modelo em mosaico de diversidade e variedade espaço-temporal.

A Natureza deixa assim de ser um espaço hostil que é preciso dominar fisicamente para se tornar numa representação

Relação Cultura/Natureza da Revolução Industrial à Sociedade do Conhecimento

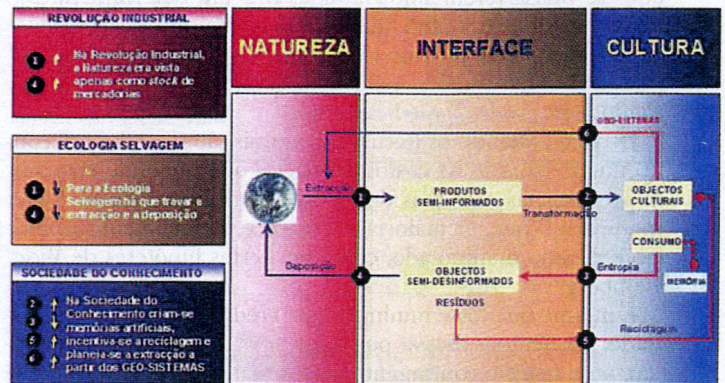


Fig. 8 - Interface Natureza/Cultura

cultural da sociedade, como tão bem exprimiu Magritte na sua alegoria da condição humana (Fig. 9).

O 'novo paradigma' emergente aponta para a conservação dos recursos, para a reutilização dos rejeitados, e para a incorporação de materiais cada vez mais leves e sofisticados. Mas, apesar da desmaterialização específica dos objectos de consumo e de um intenso esforço de reciclagem e de conservação, a produção global de energia e de matérias primas em volume continua a aumentar porque a sociedade tal como a conhecemos – não querendo desfazer-se da base 'sólida' onde assenta (infra-estruturas, edifícios, meios de comunicação, objectos) – tem de continuar (em consequência do 2º Princípio da Termodinâmica) a extrair da Terra os *inputs* necessários a um ciclo produtivo cada vez mais curto. Só que essa extracção é feita de um modo cada vez mais selectivo e elaborado, tirando partido das tecnologias da informação/comunicação para caracterizar e modelizar os atributos de qualidade – tanto económica como ambiental – dos recursos, que deixam assim de ser *stocks* anódinos de matérias primas e de energia, para se tornarem formas diferenciadas e zonadas de onde é possível extrair a fracção de maior valor e menor entropia, através de processos que minimizem a perturbação ambiental.

MAGRITTE (1960) "La Condition Humaine"

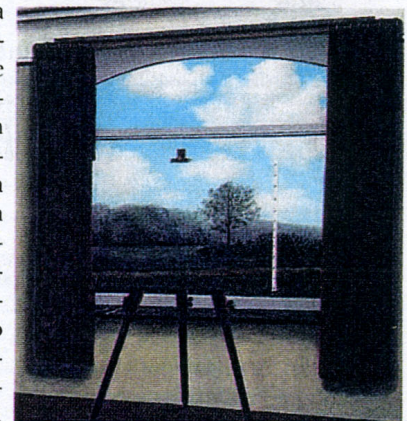


Fig. 9 - A Natureza representada e a Natureza 'real'

Neste contexto, o conceito de Geo-Sistema, visto como uma projecção, no espaço do conhecimento, dos atributos de qualidade dos recursos naturais e dos modelos alternativos para a sua exploração/conservação, é o pano de fundo que permite planear *ex-ante* a extracção dos recursos, atendendo à sua interacção com o ambiente. Neste *feed-back* sobre a Natureza, o 'conhecimento' tem obviamente um papel cada vez mais axial (o homem é cada vez mais *sapiens* e menos *faber*). E esse conhecimento apoia-se cada vez mais na utilização criativa das modernas ferramentas que estão hoje à nossa disposição: Detecção Remota, SIGs, Análise de Imagem e Morfologia Matemática, Estatística Espacial Multivariada, Investigação Operacional, Inteligência Artificial (Fig. 10).

Mas para que estas ferramentas possam ser potencializadas criativamente, permitindo antecipar em probabilidade as mudanças no mundo de amanhã, é necessária uma formação abrangente e generalista, apoiada numa sólida base científica,

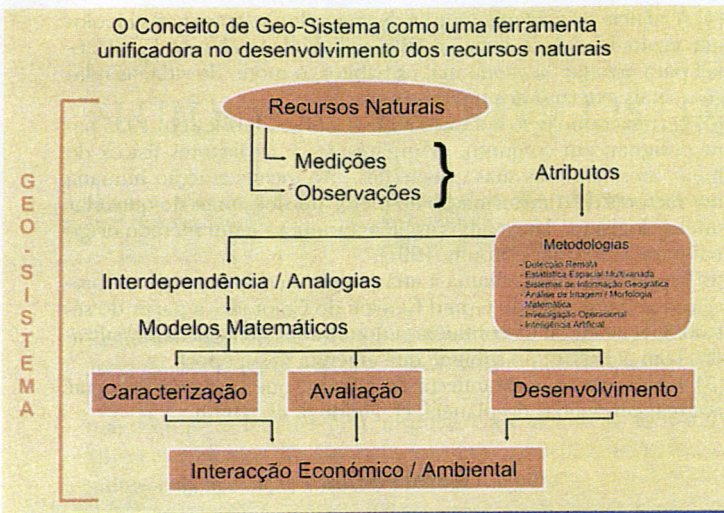


Fig. 10 - Geo-Sistemas

e entrelaçada com uma consistente e multi-vocal cultura humana. O novo perfil de Recursos Naturais do curso de Engenharia de Ambiente do IST foi desenhado nesta perspectiva, procurando, não apenas combater os sintomas nem preconizar soluções parciais e avulsas de *remediation*, mas ir ao âmago da questão, dotando os alunos dos instrumentos e metodologias que permitam, ab initio, efectuar um *trade-off* quantificado entre a conservação e a exploração dos recursos naturais.

Função económico-ecológica dos Recursos Naturais

Se quisermos ser radicais, isto é, se quisermos ir à raiz (etimológica) dos conceitos, vemos que não pode haver **eco**nomia sem **eco**logia. De facto, só o estudo (logos) da nossa casa (oikos) permite a sua gestão (nemein), ou seja, não pode haver distribuição e uso dos recursos sem que tenhamos uma representação científica das relações entre o Homem e o seu ambiente biótico e abiótico.

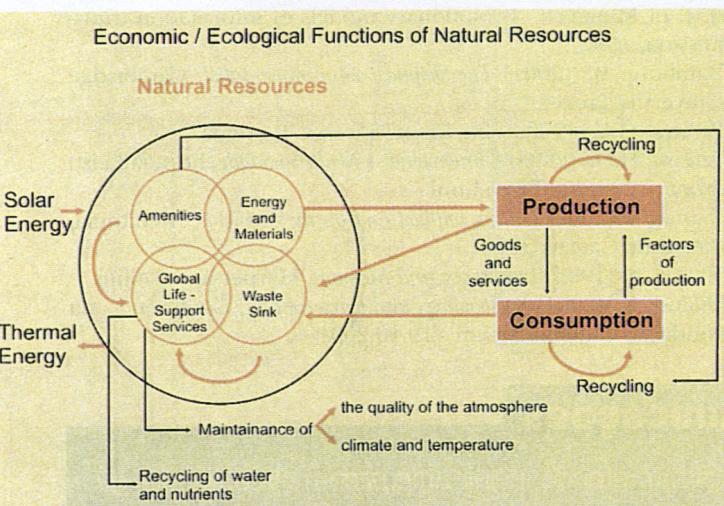


Fig. 11 - Relações da Economia com a Ecologia para os Recursos Naturais (inspirado em van der Heide et al., 1999)

Então, a minha proposta é que, em vez de 'reduzir' o ambiente à sua componente económica, se problematize a economia, complementando-a com a ecologia^[4]. Esta problematização complexificante adiciona à economia novas dimensões, provenientes do conhecimento científico que se tem hoje sobre o funcionamento dos ecossistemas.^[5]

As interdependências entre a ecologia e a economia estão simbolicamente representadas na Fig 11, no que diz respeito às funções desempenhadas pelos recursos naturais na sua relação simbiótica com o Homem. É de notar que a componente económica continua obviamente a ser considerada, até para chamar a atenção para os custos das questões ambientais, o que é um primeiro tempo na sua problematização.

Vê-se na Fig. 11 que, para lá das funções estritamente económicas, têm forçosamente de ser consideradas outras 'utilidades' nos recursos naturais – o seu papel como suporte da vida em termos da qualidade do ar, da água e do clima e o seu papel como 'amenidades', que tem mudado ao longo da história, em função das representações culturais da Natureza prevaletentes em cada época^[6], com demonstra Schama, 1985 (Fig. 12).



Fig. 12 - O mesmo objecto 'natural' visto por duas representações

Esta questão da representação multidimensional das funções ecológicas dos Recursos Naturais permite fazer a ponte entre o Ambiente e as Tecnologias da Informação/comunicação que estão na base dos Geo-sistemas.

De facto, podem estabelecer-se algumas analogias vivificantes que apontam para a convergência das tecnologias da informação com a ecologia, a partir de uma 'cibernética de segunda ordem' (Heylighen & Joslyn, 2001), em que se privilegia a interação entre o observador (o Homem) e os Sistemas observados (os Geo-sistemas).

Os conceitos nómadas, como o de REDE, migram de um campo para outro: e assim vemos o projecto World Ecological Network^[7] como o análogo, para a ecologia, da ecuménica WWW. Também o carácter global do clima tem o seu paralelo na nova economia planetária baseada na informação.

Podemos assim evidenciar algumas correspondências entre a nova economia da informação e a economia ecológica proposta:

1. Tal como acontece com a informação, o jogo de soma nula não funciona para as funções intangíveis dos recursos naturais (uma amenidade pode ser 'consumida' sem que a sua disponibilidade diminua e, no sentido inverso, o facto de um agente respirar ar poluído não faz diminuir a intensidade global da poluição).
2. A causalidade circular e a retroacção, que estão na base da

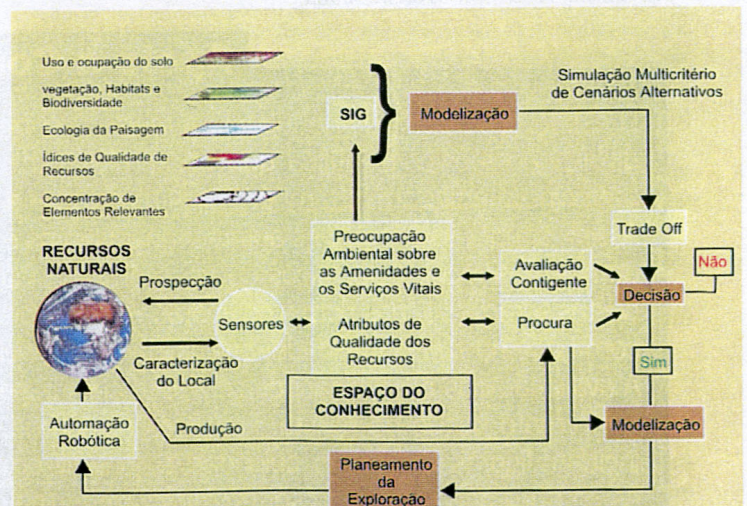


Fig. 13 - Os Geo-sistemas numa economia mista baseada na combinação das tecnologias da informação com as funções ecológicas dos recursos naturais

teoria da informação, têm uma importância relevante nos ecossistemas e, no sentido inverso, surge um ramo da Inteligência Artificial baseado em algoritmos bio-inspirados (Artificial Life e Swarm Intelligence, cf. Ramos, 2002).

3. A competição interliga-se com a cooperação e a não-exclusão (não se pode excluir ninguém de consumir uma amenidade ou de experimentar o clima).
4. A transdisciplinaridade e o pluralismo são factores decisivos, tanto na economia ecológica como na nova economia da informação.

Operacionalizando, através da ecologia, o conceito de Geo-Sistema, onde o contributo das tecnologias da informação era já preponderante, podemos estabelecer um novo esquema de uma **economia mista** dos recursos naturais, traduzida, não apenas em equações de custo/benefício, mas em simulações multicritério de cenários alternativos, onde as externalidades ambientais jogam o seu papel de pleno direito, através das suas representações obtidas por análise contingente. Uma vez decidido explorar o recurso, as patologias sociais resultantes do esgotamento do recurso num certo local são minimizadas pela utilização tendencial da automação e da robótica (Fig 13).

Texto base de uma conferência proferida em 11 de Abril de 2003 no Centro de Congressos do IST, integrada no Seminário "Recursos Naturais e Desenvolvimento Sustentável".

Notas

[1] Embora, em certos aspectos, o estatístico dinamarquês faça comentários pertinentes, como a demonstração prática do 'falhanço' estrondoso das 'previsões' de clube de Roma (com base em extrapolações lineares, o esgotamento das reservas de Au teria ocorrido em 1981, as de Ag e Hg, em 1985, e as de Zn, em 1990). Também chama a atenção para questões importantes como, por exemplo, o facto de a humanidade estar "melhor do que antes", mas não necessariamente bem (para avaliar o estado do mundo, deve comparar-se a situação presente com a passada, e não com um qualquer objectivo ideal). A controvérsia que o livro de Lomborg suscitou apoiou-se, por vezes, em argumentos de autoridade e, especialmente, na desvalorização da sua "extrema juventude". Invocaram-se também teses corporativistas denegrindo a sua especialidade profissional (como, por exemplo: "um estatístico é alguém que não conseguiu ser contabilista").

[2] Que era, além disso, acusada de criar novos problemas, em especial os que decorrem da energia nuclear.

[3] Na sociedade do conhecimento surge uma economia mista, onde a mercadoria se combina com a dádiva (Pereira, 2000). Nos círculos científicos, esta postura era já relevante (por exemplo, numa Conferência ou Congresso, os anglo-saxónicos têm a belíssima expressão "to give a paper"), mas a importância desta atitude de "gift" como 'mola' da nova economia da informação é que é um facto novo dos nossos tempos (Pereira, 2003).

[4] A ciência da ecologia (que se distingue liminarmente da ideologia ecologista) foi criada em 1866 pelo biólogo alemão Ernst Haeckel para estudar "a economia, os hábitos, o modo de vida, as relações vitais externas dos organismos".

[5] Termo criado pelo botânico inglês Georges Tansley em 1935 para designar, em conjunto, os organismos e os factores físicos do meio, atendendo às suas interacções. Ao incluir a acção humana nos factores de transformação do meio, Tansley, mais do que criar um neologismo, lança uma problemática nova e um método original para abordar (Drouin, 1991).

[6] Frodeman, 2003, chama a atenção para o facto de que a apreciação generalizada do Grand Canyon do Colorado a partir do século XIX resultou da confluência dos estudos geológicos aí realizados com a estética do sublime que emergia nessa época.

[7] A apresentado no Manifesto de Tilburg que pretende conectar as áreas protegidas do planeta, cf. Heide *et. al.*, 1999)

Referências

- Ayres, R., van der Bergh, J., (2000) *The role of material/energy resources and dematerialization in economic growth theories*, TI 2000-068/3 Tinbergen Institute Discussion Paper (www.tinbergen.nl)
- Callicott, J. (1993) *La Nature est morte, vive la Nature*, Écologie Politique, nº7, p. 73-90
- Drouin, J-M. (1991) *Réinventer la Nature*, Ed. Desclée de Brouwer
- Frodeman, R. (2003) *Geo-logic*, State University of New York Press
- Gonçalves, J. (1998) *Em louvor da vida e da morte*, Colibri
- Heide, C. van der, Bergh, J. van den, Ierland, E. van, (1999) *Globalization and Nature Policy: an integrated environmental-economic framework*, Comunicação ao Congresso. "Globalization, Ecology and Economy", Tilburg, Holanda, 24-26 Novembro 1999
- Heylighen, F. & Joslyn C., (2001) *Cybernetics and second-order cybernetics*, R. A., Meyers (ed.), Encyclopedia of physical Science & Technology, Academic Press
- Gabora, L., (1997) *The origin and evolution of culture and creativity*, J. of Mimetics - Evolutionary models of information transmission, nº1
- Lomborg, B., (2001) *The skeptical environmentalist*, Cambridge University Press
- Pereira, H.G., (2000) *Arte Recombinatória*, Teorema
- Pereira, H.G., (2003) *Universidade e Multiversidade*, <http://alfa.ist.utl.pt/~cvmr/staff/hgp.html>
- Ramos, V., (2002) *On the implicit and on the artificial*, Architopia, Bienal de Cascais 2001
- Shama, S. (1995) *Landscape and Memory*, Harper and Collins
- Voland, E., (2001) *Sociobiology and Conservation*, Conferência na Fundação Gulbenkian em 19.10.2001

Apelo a Comunicações

O espaço dos Colégios na Ingenium (parte final da revista) pretende incluir artigos com claro pendor de divulgação técnico/científica que possam ser de interesse, não só para os membros do Colégio que patrocina o artigo, mas também para a restante audiência da revista.

Assim, solicita-se a todos os autores (engenheiros e não engenheiros) o envio de comunicações que abordem temas técnico/científicos que possam enquadrar-se nos objectivos referidos. As comunicações propostas serão avaliadas com a colaboração da Comissão Executiva do Colégio relevante que as seleccionará com base na sua actualidade, originalidade, generalidade, inovação técnico/científica e apresentação.

A avaliação das comunicações será feita com base em textos completos com um máximo de 4 páginas no formato usado na revista. Face aos objectivos deste tipo de comunicações, pretende-se que estas incluam figuras ilustrativas, coloridas, e que utilizem uma linguagem simples, orientada para a divulgação. As comunicações deverão ser enviadas em formato electrónico Microsoft (Word) acompanhado de uma versão integral impressa em papel, para o Colégio da Especialidade ou para a Dr.^a Alice Freitas (aafreitas@cdn.ordeng.pt), Ordem dos Engenheiros, Tel. 213 132 600.