

EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Navarro Torres, Vidal*, Ph.D., vnavarr@mail.ist.utl.pt

Dinis da Gama, Carlos, Ph.D., dgama@ist.utl.pt

IST Universidade Técnica de Lisboa

*Bolsheiro da FCT

RESUMO

O processo da civilização inclui a promoção do desenvolvimento intelectual, social e cultural dos povos em benefício de toda a humanidade. Na história da civilização são importantes as descobertas científicas e os avanços tecnológicos que transformam matérias primas em recursos, brindando com aquilo os médios para melhorar o bem-estar humano.

Um caso típico é a matéria prima mineral (minerais, metais e combustíveis) cujos benefícios podem e devem contribuir a atingir um futuro sustentável.

Os recursos minerais são essenciais para satisfazer as necessidades de hoje e devem contribuir para o desenvolvimento sustentável no futuro. A obtenção da prosperidade económica deve realizar-se em harmonia com a protecção do ambiente, da saúde, da segurança e da justiça social, mas para que isso aconteça são necessárias significativas mudanças na estratégia comercial, nas tecnologias operativas, na conduta das pessoas e nas políticas dos governos.

A comunidade do sector mineral contribuirá para atingir os objectivos do desenvolvimento sustentável, através da aplicação de capacidades científicas, técnicas, educativas e de investigação e, para conseguir essa meta são necessários três aspectos fundamentais: responsabilidade profissional; educação, capacitação e desenvolvimento; e comunicação.

Estes três aspectos, para contribuírem efectivamente no desenvolvimento sustentável, envolvem a responsabilidade dos sectores empresarial, universitário, governamental e comunitário.

1. INTRODUÇÃO

Os quatro “pilares” fundamentais do Desenvolvimento Sustentável (DS) constituem a rentabilidade económica, a protecção ambiental, a responsabilidade social e a governança; mas para que o DS não seja um mito mas bem uma realidade estes quatro pilares devem ser suportados pela educação, a ciência e a tecnologia (fig. 1), que são determinantes na prática dos princípios fundamentais do DS.

Assim, por exemplo, o papel da riqueza mineral, na maximização do bem-estar da humanidade, deve ser reconhecido, mas deve ser empreendido com acções de protecção ambiental e dos valores sociais e culturais. De igual forma, a decisão de explorar ou não um recurso do subsolo em uma determinada área deve ser baseada em uma avaliação integrada dos impactos ecológicos, ambientais, económicos e sociais e, na opinião pública.

Para implementar os princípios do DS é preciso elaborar ferramentas integradas, capazes de concentrar a atenção nesse conjunto de princípios (Tabela 1) e objectivos sempre que seja aceitável na toma de decisões.

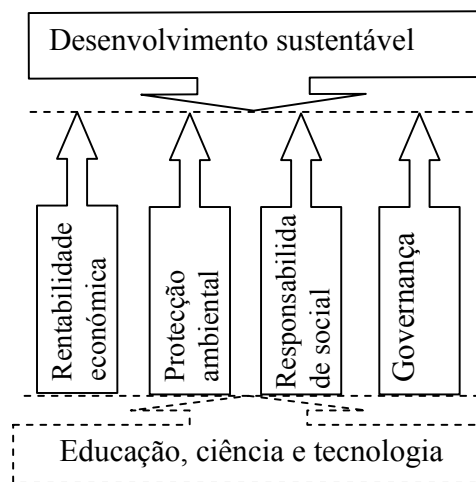


Figura – 1 Quatro “pilares” do DS e a educação, ciência e tecnologia

Tabela 1 – Princípios fundamentais do DS

“Pilares” do DS	Princípios
Protecção ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Gestão responsável dos recursos naturais e do ambiente, considerando a reparação de danos anteriores • Minimização da quantidade de resíduos e danos ambientais em toda a cadeia do ciclo de vida • Operação dentro dos limites ecológicos e protecção do capital natural crítico
Rentabilidade económica	<ul style="list-style-type: none"> • Maximização do bem-estar da humanidade • Uso eficiente dos recursos, mediante a maximização de rendas • Identificação e assimilação de custos ambientais e sociais • Manutenção e melhoria das condições para a existência de empresas viáveis
Responsabilidade social	<ul style="list-style-type: none"> • Garantia de uma distribuição justa dos custos e benefícios do desenvolvimento • Respeito dos direitos fundamentais (liberdades civis e políticas, autonomia cultural, liberdades sociais e económicas e segurança pessoal) • Actuação prudente assegurando que a exploração dos recursos naturais não irá privar as gerações futuras, através da sua substituição por outras formas de capital
Governança	<ul style="list-style-type: none"> • Prática e apoio da toma de decisões participadoras e no nível apropriado • Estimulação de uma livre empresa num sistema de normas claras, justas e incentivadoras • Evitar concentração excessiva de poder • Acto transparente, proporcionando acesso aos actores a informações relevantes e correctas • Garantia de responsabilidade por todas as decisões e acções • Estimulo da cooperação e partilha de objectivos e valores comuns, gerando confiança

Os instrumentos disponíveis são a educação, ciência e tecnologia, as norma e regulamentos e, a fiscalização. As ferramentas a elaborar precisam ser eficazes; administrativamente práticos, economicamente eficientes, com incentivos para a inovação e melhorias; transparentes; aceitáveis e

acreditáveis para os actores; confiáveis e reproduzíveis em todos os diferentes grupos e regiões e equitativos na distribuição dos custos e benefícios.

As medida ou medidas sugeridas devem ser consistentes com a estrutura de desenvolvimento sustentável; baseadas em objectivos definidos claros e em incentivos de mudança para uma prática mais adequada; específica, monitorizável, viável, realista e limitada pelo tempo; movida no sentido de aumentar a confiança e cooperação e, se possível construída sobre estruturas e instituições já existentes.

2. EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA EUROPA E PORTUGAL

2.1. Educação, ciência e tecnologia na Europa

Na passada década nos países da União Europeia na maioria dos casos houve crescimento da quantidade de investigadores (Fig. 2) com maior incidência no caso de Grécia, Portugal, Áustria, Irlanda e Finlândia.

Relativamente à quantidade de investigadores por milhar de população activa, a Irlanda ocupava o primeiro lugar com 10.62 , seguido por Suécia com 8.44, por França 6.14 e Alemanha 6.07, etc. (Fig. 3), igualmente o maior crescimento médio anual em relação à população activa foi experimentado na Irlanda 16.51%, Finlândia 12.68%, Áustria 7.86% e Portugal 7.63%.

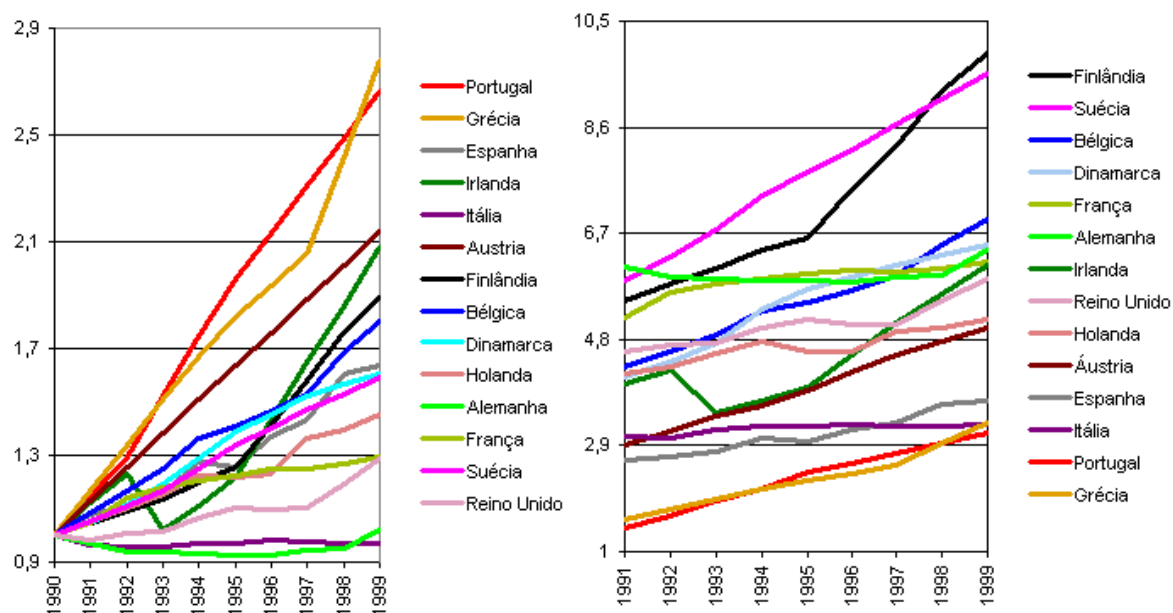


Figura 2 - Crescimento de Investigadores (ETI) relativamente a 1990 (países da UE excepto Luxemburgo) e Investigadores ETI por Milhar de População activa (países da UE excepto Luxemburgo) Fonte: OCDE e FCT

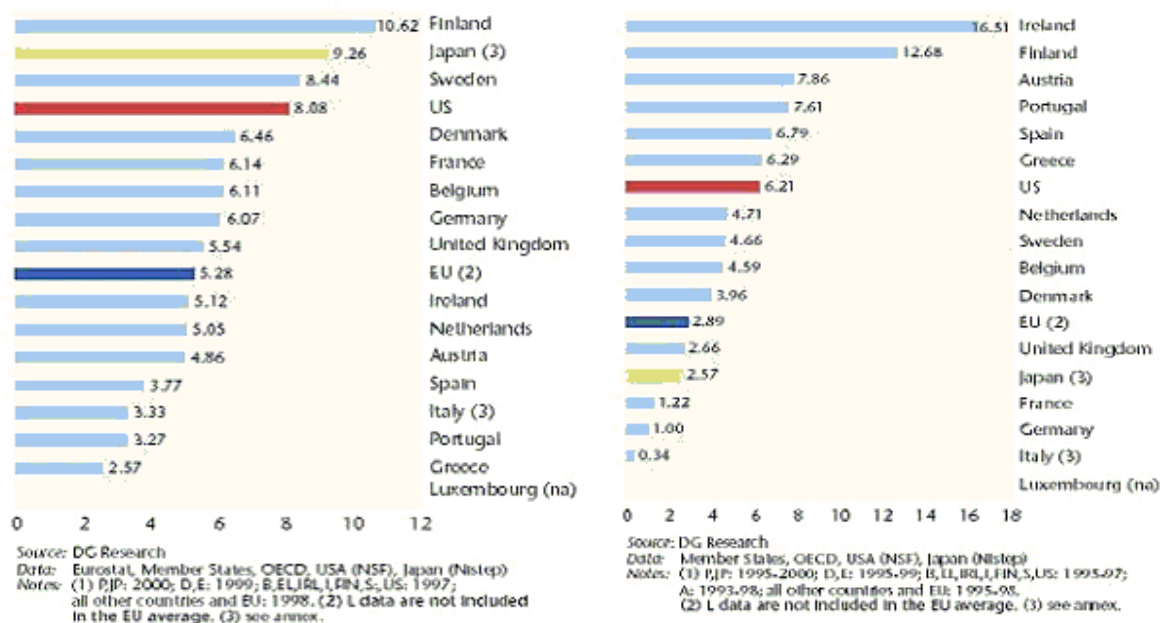


Figura 3 - Total de Investigadores ETI por Milhar da População activa e Total de Investigadores ET crescimento médio anual (<http://www.fct.mct.pt/pt/estatisticas/investigadores/>)

Estes indicadores mostram uma grande preocupação na inovação e conseqüentemente a potenciação da ciência e a tecnologia numa grande parte dos países Europeus.

2.2. Educação, ciência e tecnologia em Portugal

No caso de Portugal o total de novos doutorados por cada milhar da população no ano de 2001 foi de 0.23, correspondendo os altos índices a Suécia e Finlândia (<http://www.fct.mct.pt/pt/estatisticas/investigadores/>).

A variação da quantidade total de doutorados foi de 834 no ano de 2000, 762 no ano de 2001, 634 no ano de 2002 e de 563 no ano de 2003 (Eurodoc Conference, 2004).

No caso de Portugal no período 2000 e 2002 se doutoraram na área de ciências médicas 8%, em ciências biológicas 13%, na área de química 11% e na área de engenharia 21%. Nomeadamente na área de engenharia civil e de minas doutoraram-se 3% do total neste período (Tabela 2).

A comparação da quantidade de Doutorados empregados no sector empresarial privado no Portugal mostra que só um 3% do total (Tabela 3), isto significa que não existe um interesse deste sector para com o recurso humano altamente qualificado, que bem poderia contribuir no DS do país.

Tabela 2 – Distribuição de Doutorados por áreas de investigação no período 200 – 2002 em Portugal (Eurodoc Conference, 2004)

Subject	PhD	Portugal	Abroad	Mixed	Women	Men
Mathematics	77	14	58	5	37	40
Physics	104	47	32	25	30	74
Chemistry	159	119	11	29	84	71
Biological Sciences	338	136	95	107	232	106
Earth Sciences	140	69	29	42	75	65
Agriculture and Veterinary Medicine	83	38	25	19	52	30
Medical Sciences	228	86	53	89	161	67
Mecanical Engineering	52	31	17	4	13	39
Materials Science & Engineering	51	38	3	10	26	25
Civil and Mining Engineering	51	30	16	5	16	35
Biochemistry Engineering	90	61	6	23	70	20
Chemistry Engineering	59	43	6	10	25	34
Electronics Engineering & Computer Science	110	66	38	6	16	94
Economics	98	17	75	6	43	55
Management	27	2	24	1	14	13
Law	30	15	12	3	14	16
Political Sciences	32	7	21	4	12	20
Sociology	39	17	19	3	15	24
Demography	1	1				1
Anthropology	25	12	9	4	15	10
Geography	8	1	5	2	6	2
Education Sciences	66	34	25	7	45	21
Psychology	80	48	25	7	60	20
Linguistics	22	11	6	5	14	8
Communication Sciences	29	12	12	5	12	17
Philosophy	37	17	14	6	11	26
History & Archaeology	85	43	22	20	38	47
Architecture	25	6	16	3	10	15
Literature	36	18	12	6	28	8
Arts	53	17	28	8	27	26
Total	2230	1056	714	460	1202	1028

Tabela 3 - Quantidade total de Doutorados e Mestres empregados no sector empresarial privado no Portugal (Eurodoc Conference, 2004)

Ano	PhD	MSc	Total
1997	13	4	17
1998	8	11	19
1999	6	4	10
2000	3	2	5
2001	11	7	18
2002	20	15	35
2003	14	20	34
2004 Janeiro	2	8	10
Total	77	71	148

3. A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA PARA O DS E A DECLARAÇÃO DE MILOS

3.1. Considerações gerais

Na Conferência Internacional sobre Indicadores do Sector Mineral no DS (SDIMI 2003) realizada entre 21 e 23 de Maio de 2003 em Milos, Grécia, foi promulgada a denominada Declaração de Milos pelas seguintes instituições: o Instituto Australiano de Mineração e Metalurgia; o Instituto Canadano de Mineração, Metalurgia e Petróleo; a Sociedade de Mineração, Metalurgia e Prospecção dos E.U.A.; a Sociedade de Professores de Mineração de Alemanha; o Instituto Sul Africano de Mineração e Metalurgia; a Associação Ibero-americana de Ensino Superior da Mineração; e o Instituto de Engenheiros de Minas do Peru.

Esta declaração considera que a transição da sociedade para um futuro sustentável não pode ser conseguida sem a aplicação dos princípios profissionais, conhecimentos científicos, capacidades técnicas, atitudes educativas e de investigação e, de processos democráticos aplicados pela nossa comunidade.

O processo da civilização inclui a promoção do desenvolvimento intelectual, social e cultural dos povos em benefício de toda a humanidade. Na história da civilização são importantes as descobertas científicas e os avanços tecnológicos que transformam matérias primas em recursos, contribuindo para melhorar o bem-estar humano.

3.2. Visão da declaração de Milos

A declaração indica que, a comunidade mineira contribuirá para atingir um futuro sustentável através da aplicação das nossas capacidades científicas, técnicas, educativas e de investigação na área mineira, metalúrgica e dos combustíveis.

3.3. Acções para atingir a visão do futuro

A declaração indica que para conseguir essa meta são necessários os três aspectos fundamentais (Tabela 4) seguintes:

1. Responsabilidade profissional;
2. Educação e capacitação técnica e científica;
3. Comunicação.

Tabela 4 - Acções da declaração de Milos para atingir a visão do futuro

1. Responsabilidade profissional	2. Educação e capacitação	3. Comunicação
<ul style="list-style-type: none"> . Usar a ciência e a engenharia . Promover o desenvolvimento e transferência tecnológica . Dar prioridade a solução de problemas ambientais . Considerar a justiça social . Participar no diálogo global . Participar em todas as etapas das decisões 	<ul style="list-style-type: none"> . Atrair pessoal altamente capacitado . Apoiar o desenvolvimento de um alto nível de educação e capacitação . Promover ensino de DS em todos os níveis . Apoiar o melhor equipamento nos centros de ensino . Promover troca global 	<ul style="list-style-type: none"> . Apoiar actualização a todo nível . Partilhar com o público os conhecimentos . Disseminar informação sobre DS e papel do sector na qualidade de vida . Difundir os avanços dos membros da comunidade mineira

3.4. Necessidade da participação do trinómio Universidade, Empresa e Governo

A declaração de Milos considera como um aspecto fundamental a educação e a investigação no sector mineral; e esta tarefa é responsabilidade do trinómio *Universidade, Empresa e Governo* (Fig. 4).

A Universidade contribui com a inclusão, implementação e realização de uma formação e investigação técnica e científica de alto nível para uma efectiva contribuição ao DS do sector mineral.

As empresas do sector com a tomada de consciência de que os actores do DS precisam uma capacitação técnica e científica de alto nível, pelo que devem assumir a responsabilidade de destinar recursos financeiros para este fim, quer através das Universidades, quer atraindo pessoal altamente capacitado, já que existem muitas empresas que carecem da cultura de investigação.

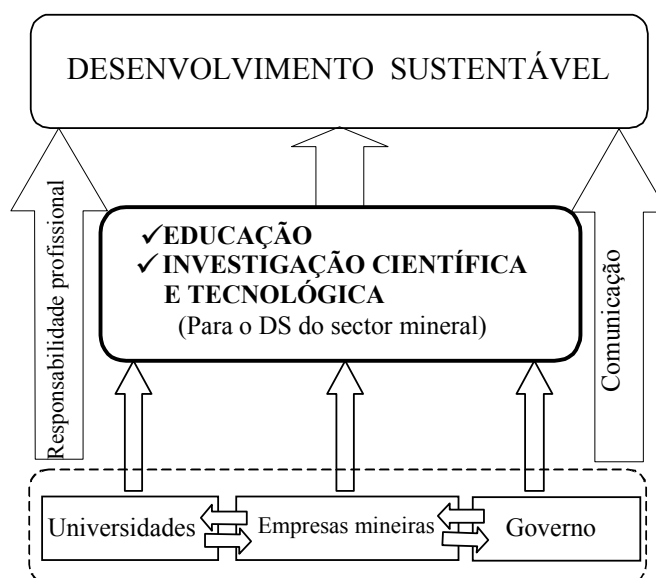


Figura 4 - Educação e investigação para o DS tarefa do trinómio Universidade, Empresa e Governo

O governo contribui através de uma dotação de normas e regulamentos e estratégias na educação e formação científica adequadas e mediante uma acção realista e consciente, deixando a lado a demagogia, o lirismo e a corrupção.

4. A EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E A TECNOLOGIA NO DS DO SECTOR MINERAL

4.1. Estratégia comercial dos produtos

O custo de produção dos produtos minerais no caso de existir uma baixa carga ambiental e social (A), ocasiona menor preço do produto mineral, como ocorre em países em desenvolvimento e, contrariamente quando existe uma elevada carga ambiental e social (B), gera um preço alto, como no caso de países de economia desenvolvida (Fig. 5).

Esta desigual competição dos produtos minerais no mercado internacional, ocasiona os seguintes problemas:

- Grande dificuldade no licenciamento e realização de novos projectos em países desenvolvidos;
- Cada vez menor interesse em investimentos no sector mineral em países desenvolvidos;
- Menor ou pouca sensibilidade ambiental e social nas operações e novos projectos mineiros nos países em desenvolvimento;
- Fluxo de capitais destinados ao sector mineral é direccionado para países em desenvolvimento, embora a origem desses capitais seja predominantemente das nações desenvolvidas.

Portanto, o DS equilibrado no sector mineral atenuaria esta desigual competição e aumentaria os benefícios económicos, ambientais e sociais a nível global, mas para este fim é necessária a educação, a ciência e a tecnologia.

4.2. Aplicação de tecnologias limpas

Devem ser aquelas que minimizam o consumo de energia e gerem poucas emissões que causem danos ao ecossistema e à saúde do próprio homem, técnica e economicamente viáveis.

O uso destas técnicas contribuem também para a competitividade do produto no mercado, na segurança e saúde ocupacional. Alguns exemplos são:

- Gasificação e/ou lixiviação subterrânea (Fig. 5);
- Exploração subterrânea de corte e enchimento com material de rejeitados;
- Processos de lixiviação biológica;
- Alta mecanização das operações;
- Recirculação de águas utilizadas no processo industrial, etc.
- Exploração com redução da geração de estereis e recuperação imediata de áreas superficiais; etc.

A aplicação de tecnologia limpas são determinantes na protecção ambiental, mas para uma óptima e efectiva aplicação é necessário uma constante investigação e inovação.

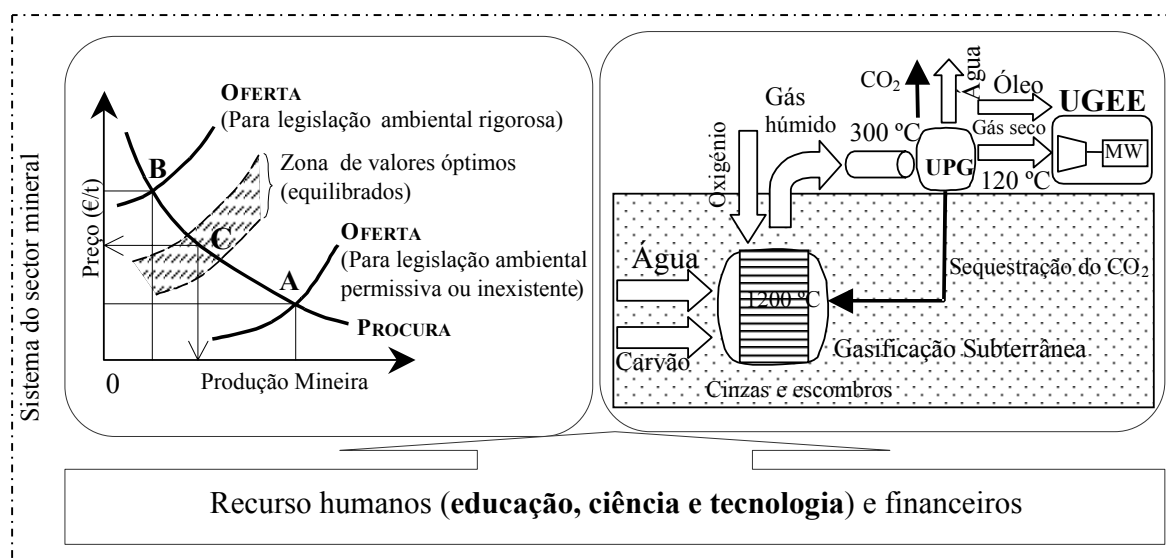


Figura 5 - Influência da carga ambiental e social no custo do produto mineral e gasificação subterrânea de carvão (baseado em Dinis da Gama, C., et al. 2001 e Navarro Torres, V. et al. 2004)

4.3. As condutas multisectoriais e o sector mineral

O DS no sector mineral não é função individual de esta ou daquela empresa mineira, mas é multisectorial conta com a participação de condutas pessoais a nível empresarial, local, regional, nacional e global (Fig. 6).

Estas condutas pessoais estão em:

- Consciencialização do DS;
- Ética de DS;
- Visão e políticas do DS;
- Capacitação em técnicas actuais para o DS;
- Capacitação em fiscalização para o DS;
- Capacitação em economia e gestão do DS;
- Negociação e coordenação para o DS;
- Comunicação do DS.

Estas condutas pessoais estão relacionados com a educação, a ciência e a tecnologia.

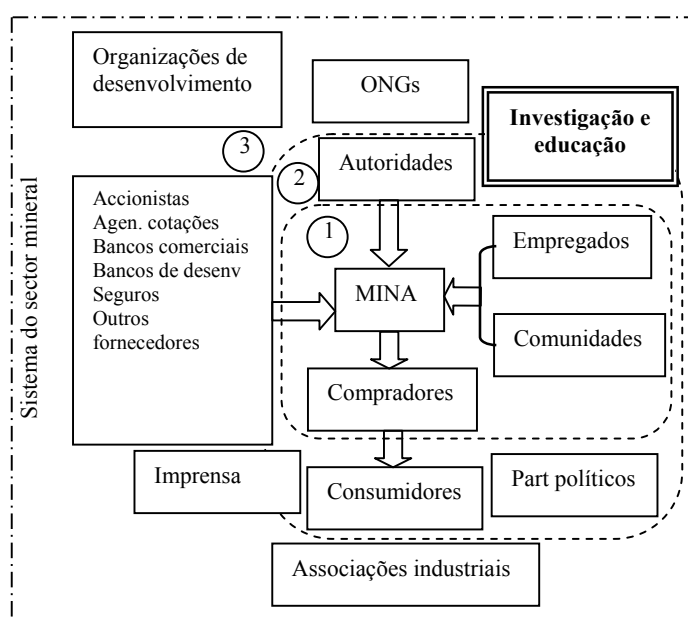


Figura 6 – A indústria mineral e condutas multisectoriais (Navarro Torres, V. et al. 2004)

4.4. Políticas públicas

As políticas públicas devem ser capazes de legislar, dar normas e fiscalizar em todos os elementos que condicionam e contribuem para o DS.

As normas devem procurar criar as condições mais favoráveis para o DS e garantir a protecção, promoção e incentivo.

É importante a participação de pessoal do sector mineral na definição das políticas públicas, por que em muitos casos os que as definem são políticos que não conhecem a realidade do sector e do DS.

Mas para uma adequada política pública no aspecto da legislação e fiscalização, precisa-se de recurso humano com alta qualificação no aspecto da educação, da ciência e a tecnologia.

5. CONCLUSÕES

Para um efectivo e real suporte dos quatro “pilares” do DS do sector mineral, que são: a rentabilidade económica; a protecção ambiental; a responsabilidade social e a governança, é muito importante a educação e o desenvolvimento técnico e científico, complementado com a responsabilidade e ética profissional e uma adequada comunicação.

Para que a educação, a ciência e a tecnologia tenham um contributo eficaz e de qualidade ao DS é determinante a efectiva e coordenada participação do trinómio: Universidade, Empresa e Governo.

O DS depende de uma participação de condutas pessoais a de tipo multisectorial e multidisciplinar a nível local, regional, nacional e global; pelo que a educação, a ciência e tecnologia, desempenham um papel determinante para que esta participação seja aplicando os princípios do DS e a inovação.

Na Europa nos últimos anos se vem realizando grandes esforços no campo da educação, ciência e a tecnologia; mas em alguns casos, como no caso de Portugal, existe ainda pouco interesse e participação do sector empresarial privado em apostar pela inovação e a ciência.

6. BIBLIOGRAFIA

DINIS DA GAMA, C. & NAVARRO, V.F., 2001. El futuro de las explotación subterránea de canteras. Arequipa, Perú. *Convención de Ingenieros de Minas del Perú*.

EURODOC CONFERENCE, 2004. Eurodoc 2004 Questionnaire – Portugal.
<http://www.bolseiros.org/estudos.htm>

FUNDAÇÃO PARA A CIÊNCIA E A TECNOLOGIA FCT.
<http://www.fct.mct.pt/pt/estatisticas/investigadores/>.

NAVARRO TORRES, V., 2004. Desenvolvimento sustentável e gestão do ambiente subterrâneo – Vibrações. Relatório n.º 1 de Investigação de Pós-Doutoramento para a Fundação para a Ciência e a Tecnologia, IST Lisboa.

NAVARRO TORRES, V. e DINIS DA GAMA, C., 2004. A declaração de Milos e o desenvolvimento sustentável. Revista Ingenium N.º 56, Novembro/Dezembro. Ordem dos Engenheiros de Portugal, Lisboa.