

Xornadas celebradas o 18 e 19 de xaneiro de 2007
Santiago de Compostela

PREVENDO OS DESASTRES AMBIENTAIS: UNHA REFLEXIÓN CRÍTICA



XUNTA DE GALICIA

PREVENDO OS DESASTRES AMBIENTAIS: UNHA REFLEXIÓN CRÍTICA

Escola Galega de Administración Pública
Santiago de Compostela, 2007



Edita_	ESCOLA GALEGA DE ADMINISTRACIÓN PÚBLICA (EGAP) Rúa de Madrid 2 – 4, Polígono das Fontiñas 15707 Santiago de Compostela
Coordinador da publicación_	Antonio Ruiz de Elvira
Tradución_	Ramiro Anxo Combo García
Deseño e maquetación_	Krissola Diseño, S.L.
Imprime_	Grafisant, S.L.
ISBN_	978-84-453-4430-9
Depósito legal_	C-2770-2007

6. Indicador xeral de resultados do Plan contra incendios forestais	77
7. A posta en marcha do Plan	77
8. A poboación rural como causante de incendios forestais	78
9. Algúns datos sobre os incendios de orixe rural	80
10. Políticas de prevención	81
11. Persuasión. Educación ambiental	81
12. Conciliación de intereses	82
13. Coordinación entre os recursos da Administración e a poboación local	88
14. Conclusión	90
Bibliografía	90

Capítulo 5: A análise económica e a súa aplicación á prevención de desastres naturais

93-106

1. Resumo	95
2. Introducción	96
3. Prevención de desastres naturais: beneficios, risco e incerteza	96
4. Grandes catástrofes e o problema da agregación	101
5. O desconto do futuro no moi longo prazo	103
6. Conclusión	105
Referencias bibliográficas	106

Capítulo 6: Análise económica dos desastres: avaliación e cálculo de danos

107-127

1. Introducción	109
2. Análise dos riscos	110
3. A intervención pública nas economías de mercado	111
4. Os mecanismos competitivos e os sub-óptimos	113
5. O papel do <i>free rider</i>	114
6. Os modelos de avaliación dos riscos: o custo-beneficio e o custo-eficacia	114
7. Exemplo: o impacto do Prestige sobre as costas de Galicia	117
8. Os riscos baixo as análises económicas	125
9. Conclusións: o novo rol do decisor	126
Bibliografía	127

Capítulo 7: Desde a reacción ás solucións sustentables: un marco de traballo para mellorar a toma de decisións no contexto dos sistemas complexos socio-ecolóxicos

129-164

1. Un problema: accións estreitas (limitadas, pobres) á ciencia e á política conducen a impactos custosos	132
2. Limitacións da práctica actual da ciencia e as políticas	133
3. As implicacións das limitacións das ferramentas científicas usadas nas políticas	134
4. Os custos de non actuar hoxe	135
5. Un paradigma novo para a toma de decisións: o principio de precaución	136
6. Implementar a precaución na política pública tal e como se a ecoloxía importase	138

7. Visión e obxectivos a longo prazo o punto de partida para desenvolver estruturas de goberno	142
8. Avaliación de alternativas como un paradigma orientado cara ás solucións	145
9. Da xestión adaptativa aos sistemas industriais adaptativos	149
10. Gobernabilidade adaptativa como punto crítico para implementar un enfoque novo orientado cara ás solucións	153
11. O papel da participación democrática	156
12. O papel da “ciencia da sustentabilidade”	157
13. O liderado é crítico para a gobernabilidade adaptativa	158
14. Conclusións	159
Bibliografía	160

INTRODUCCIÓN

O presente libro é unha recompilación dos relatorios presentados nas xornadas sobre o mesmo tema organizadas en Santiago de Compostela pola Escola Galega de Administración Pública, os días 18 e 19 de xaneiro de 2007 e coordinadas por min mesmo.

Os desastres ambientais supoñen, nun planeta excesivamente cheo de seres humanos, un problema crecente ao cal se lle dedica moi pouca atención, tanto por estes mesmos seres humanos, preocupados minuto a minuto pola captura de enerxía (noutras palabras, por sobreviviren ou por se faceren ricos), como polos seus xestores sociais, administradores e políticos. Estes últimos, cuxa preocupación difire da anterior, centran os seus esforzos en seren “o rei da montaña”, en estaren algo máis altos que os demais, aínda que isto non traia vantaxes nin para eles mesmos nin para o resto da sociedade. Testemuña: a España destes anos do século XXI, entre 2004 e 2007, unha España cuxos cidadáns demandan solucións aos problemas do paro, a vivenda e a enerxía, e onde a preocupación básica dos gobernantes do Estado central é buscar como permanecer no goberno outros catro anos, ou como resolver algúns problemas dalgúns minorías. Os problemas do nulo investimento público en enerxías renovables, do índice estable de paro referido a traballos fixos de alta calidade e da tremenda carestía da vivenda déixanse sempre para máis tarde, “para mañá”. Non hai cualificativo moral de ningún tipo, nin partidista, nestas afirmacións. Son, esencialmente, a constatación dunha realidade.

A razón para isto deriva do transfondo social en que se move a cidadanía do planeta desde hai uns 150 anos, desde a aparición do gas do carbón en Londres e o primeiro desenvolvemento serio dos monopolios no sector dos servizos, continuado nos EEUU por Rockefeller e o seu Estándar Oil. O transfondo é que o planeta existe para espolialo e que os seus recursos son infinitos, de xeito que non hai límites á ansia de poder, nin de individuos, nin de corporacións, nin dos estados. Este mesmo transfondo é aquel en que se baseaba e aínda se basea, de xeito implícito, a educación dos administradores públicos dos distintos países, incluído, claro está, España. Os administradores, con moi honrosas e valentes excepcións –testemuña das cales son os autores que figuran neste libro– elixiron, desde hai xa moitos anos, a liña do mínimo esforzo, é dicir, cingirse estritamente a unhas leis, xeralmente obsoletas antes da súa publicación, e non se esforzar na solución dos problemas actuais, para os cales, polo xeral, non hai leis pero si experiencia, sentido común e capacidade de adaptación.

Se eliximos, para sermos concretos, o caso de España, entre os anos 50 do século XX e finais de 2006 (posto que as xornadas se celebraron nos primeiros días de 2007) o que vemos é unha potenciación do gasto e do consumo, segundo unhas ideas hoxe xa antigas, propostas entre as dúas guerras mundiais por un famosísimo economista, Maynard Keynes, que explicitamente afirmaba que non lle

interesaba o futuro. As ideas de Keynes –que, evidentemente, non eran só súas– son ideas sen sofisticación ningunha, impropias dun pensador da escola de Oxford pero propias dun especulador que se fixo rico nuns anos. Están baseadas, como digo, na idea da espoliación do planeta, de potenciar o consumo brutal para xerar un fluxo de recursos que aparentemente crea riqueza nuns lugares, transportando, do xeito máis clásico posible, a pobreza cara a outras zonas extensas do planeta. É a economía dos fluxos no seu estado máis puro, esquecendo radicalmente a economía de fontes e sumidoiros, a única válida nun mundo esencialmente finito e limitado.

Consecuencia das ideas que se introduciron nas mentes humanas de xeito implícito e, polo tanto, moi difíciles de erradicar, posto que aos ollos de case todos non existen (só existe o que se ve, o que se pode sinalar, o que se pode explicitar), é a ansia de cumprir co mandato bíblico, seguido rigorosamente ata polas persoas, grupos e partidos políticos que se declaran ateos ou pertencentes a outras relixións: “Crecede, multiplicádevos e enchede a Terra”. O mandato keynesiano implica explotar ata o límite os recursos do planeta. En España foi seguido rigorosamente ata polos políticos do Partido Socialista, e quererían seguir os sindicalistas de Comisións Obreiras (o seu secretario xeral afirmaba recentemente que necesitamos a enerxía nuclear) e o propio partido de Izquierda Unida. A idea entre os cidadáns, os administradores e os políticos é encher ao máximo o territorio de España de formigón, ladrillos e asfalto, arrasando as costas con vivendas innecesarias, eliminando os bosques, cubrindo as montañas de pistas de esquí e as chairas de autovías cuxa única función é trasladar os atascos de sitio (en boa derivación das teorías económicas dos fluxos).

En vez dunha vida rica, agradable, chea de comodidades e en harmonía coa natureza, montamos unha vida pobre, tola, chea de incomodidades e que rexeita o mundo onde vivimos. Esta afirmación pode parecer paradoxal: ¿Non temos coches, cada vez máis grandes, varias casas, bens materiais? É claro que si, pero eses coches obrígnanos a traballar para eles, para pagar a súa adquisición, o seu mantemento, a súa amortización, o combustible que demandan, e todo para tiralos aos oito anos. As casas innecesarias demándannos traballar para pagar as hipotecas de algo cuxo valor decrece desde o día en que foi adquirido. Traballamos para pagar obrigas que nós mesmos nos impuxemos. A nosa vida tola consiste en atafegarnos durante 16 horas de atascos nas festas laborais para empregarmos outras 16 horas nunha actividade entolecida, no canto de gozarmos dos praceres dispoñibles sen movernos das nosas residencias.

E todo isto gastando unha enerxía esgotable no tempo que xera polución de dúas maneiras: polución de substancias químicas nocivas (compostos de xofre, óxidos nitrosos e emisión de oligoelementos) e emisión á atmosfera de millóns de toneladas diarias dun CO₂ que está a quentar o planeta e a facelo esencialmente invivible para a cultura humana. A ansia de cada vez máis solo, a asignación por parte dos administradores de recursos ao inútil, detraéndoo do necesario, levou á deforestación masiva nas costas mediterráneas e ao abandono do sistema de gardas forestais, que é o único capaz de controlar os incendios provocados nos montes. Como se explicita nun dos traballos deste volume, a perda do valor económico dos bosques fronte ao valor económico do ladrillo é unha das causas do aumento do número de incendios forestais.

Ante os problemas ambientais a resposta xeral (sempre hai excepcións) dos administradores é de indiferenza, pois a asignación de valores no transfondo mental dos cidadáns (á fin os administradores son, sobre todo, cidadáns dos séculos XX e XXI) non asigna valor ao que o ten, senón a espellismos de curta duración.

Así, o problema do aumento de temperaturas en todo o globo, como consecuencia da dependencia desaforada dos combustibles fósiles, esperta unha resposta débil e vacilante. Trátase sempre de buscar escusas para manter un esquema de gasto enerxético doado, deixando sempre “para mañá”

o enfrontamento do risco. Cando, por exemplo, en España se debe cumprir o Protocolo de Kyoto, asinado e ratificado polas Cortes Xerais (de forma equivocada ou non, pero un debe cumprir o que asina), é dicir, un mantemento das emisións de CO₂ nun 15% por enriba do que se emitía en 1990, os distintos gobernos españois –do PP, do PSOE, os gobernos autonómicos e os concellos– non fan senón buscar medios de emitir máis, no canto de buscaren formas de reducir as emisións. Nas axendas destes múltiples gobernos non está a redución de emisións en España. Búscanse excusas. Búscase reducir as emisións en América, pero non en España, non en Galicia, en Andalucía, en Cataluña, ... O mellor sinal de que isto é así son os orzamentos do Estado para o ano 2007. Neles obsérvase que para este ano se asignan 2.000 millóns de euros para autovías e 800 millóns para a minaría do carbón. Autovías e carbón son dúas das fontes que máis axudan a emitir CO₂ ou que o emiten elas mesmas. Para enerxías renovables, eses mesmos orzamentos asignan 80 millóns de euros. Un interese real por reducir as emisións de CO₂ veríase se as asignacións orzamentarias fosen inversas: 2.700 millóns para enerxías renovables, 70 millóns para autovías e 30 para o carbón.

Con respecto aos incendios, nin o Estado central nin os xestores autonómicos dedican a iso o seu interese, é dicir, o diñeiro que os cidadáns lles prestamos. Se un debería esperar estudos serios das situacións, traballos de campo sobre os riscos, persoal para aclarar os montes, limpeza do combustible (a madeira seca e os arbustos), devasas, un gardabosques con material moderno para cada 4 km² de bosque, etc., os administradores guíanse polo transfondo económico-filosófico do século xx a que me estou a referir, para asignar un valor escaso (cando non nulo) aos bosques. A razón é que os fluxos materiais nos bosques son escasos e estendidos no tempo e, por tanto, fóra do sistema de fluxos violentos que representa ese transfondo. O valor dos bosques é esencial noutro transfondo no cal as fontes e sumidoiros da enerxía son a riqueza básica, a reserva de capital que mantén o sistema en funcionamento (a enerxía ou o seu equivalente, o diñeiro, en última análise, pois aínda cando unha definición do diñeiro ou da riqueza se basea no prezo que un está disposto a pagar por algo, iso que se está disposto a pagar só pode facerse se existe ese algo, e só se pode pagar o alimento e o desprazamento dos seres humanos, que son os que acumulan e distribúen o diñeiro ou a riqueza, se se dispón de enerxía abonda).

Nas análises económicas ao uso manéxase o concepto de benestar cunha grande alegría, e faise así tamén neste libro. Pero ¿podemos definir benestar? Aquí aparece de novo o problema do transfondo do pensamento dos últimos séculos. Así, no resumo do seu traballo neste libro, Diego Azqueta di: “Todos estes investimentos [os investimentos en medio ambiente], non obstante, teñen un custo de oportunidade, e o decisor público, buscando a eficiencia económica, ha de levar este volume de investimentos encamiñados a reducir os riscos ambientais ou as súas consecuencias ata o punto en que o beneficio marxinal de investir unha unidade adicional sexa igual ao seu custo marxinal, **o benestar sacrificado**, ao desviar recursos con este propósito”.

Agora ben, ¿cal é o “benestar sacrificado”? Por exemplo, un goberno, o de España, podería poñer unha taxa de impostos 20 veces ao valor de mercado dun coche 4 x 4 para evitar a súa compra polos españois. ¿Sería sacrificar benestar a imposición desta taxa? Se un goberno limita a rede de autovías no seu territorio, ¿significa isto “sacrificar o benestar”? En canto á eficiencia económica, ¿pode definirse este concepto? Por exemplo, ¿é economicamente eficiente destinar 129 millóns de euros nos orzamentos do Estado español de 2007 ás autoestradas de peaxe, 400 millóns á nova TVE, 800 millóns á minaría do carbón e 2000 ás autovías? ¿Onde está o “mercado” ou a “eficiencia”?

As análises de asignación de recursos para o combate dos riscos naturais son inmensamente valiosos, e os dous exemplos aquí incluídos, de Diego Azqueta e de Fernando González Laxe, son inmejorables neste aspecto.

Pero este aspecto tan tradicional da economía deriva da definición clásica de Adam Smith de ser a ciencia da asignación de recursos escasos. Non obstante, o que necesitamos non é saber como asignamos os recursos escasos, senón como facemos que eses recursos escasos se convertan en abundantes. Para iso necesitamos enerxía, e a única enerxía de que podemos dispoñer e que non contamina é a enerxía solar.

Ante as alternativas de destrución de recursos naturais, desde o clima aos bosques, pasando polas verteduras químicas e as de petróleo nas costas, ¿que podemos facer? Por un lado, podemos esperar a ver, esperar ata termos confirmación de que os riscos son reais, de que as ameazas son cuantificables. É difícil que aconteza isto, sobre todo a tempo para tomar medidas que teñan un indicio de posibilidade de éxito. Por outro lado, podemos aplicar o principio de precaución, como explica Joel Tickner no presente volume.

Os riscos son reais, pero non son cuantificables como os dogmas que espera certa parte da humanidade. Describimos neste libro o risco do cambio climático (Ruiz de Elvira), o aumento dos incendios nos EEUU (Westeling). Describimos os bosques e os incendios que neles se producen (Torre e Vélez). Describimos os elementos dunha nova economía de valoración e xestión dos recursos naturais, e o principio de precaución.

Ante os riscos dos fenómenos incertos non nos queda outro remedio que tomar as medidas axeitadas. Da análise do escrito aquí, esas medidas pasan, en primeiro lugar, polo cambio do **transfondo mental** da sociedade e de dúas partes importantísimas dela: os economistas e os administradores públicos. Os economistas deben deseñar esquemas que se aparten da economía dos fluxos e se ocupen da economía de fontes e sumidoiros, da forma de asignar valor de mercado a aquilo que ten un valor real: as fontes renovables de enerxía e o medio ambiente que posibilita a vida, e que se converteu xa nun ben económico “á Smith”: un recurso escaso. Os administradores deben aprender aquí o concepto de gobernabilidade adaptativa, dun esquema que non basee o goberno, a xestión da sociedade, só nunhas leis que quedan obsoletas o día da súa publicación, senón que inclúa ademais a capacidade de reacción rápida, baseada na experiencia, na consulta a expertos e cidadáns e no sentido común.

O cambio de transfondo é un proceso que pode parecer lento e difícil, pero que é doado e relativamente rápido. Ata os meus 10 anos de idade, é dicir, ata 1960, as señoras en España saían á rúa con pano á cabeza. Uns anos despois, en 1974, os bañadores consistentes en só as braguiñas eran comúns en todas as praias de España. Os relatos do século de ouro español sinalan os alemáns como vagos e borrachóns. No século XVIII os alemáns emigraban en masa do seu país, pobre, sen expectativas de traballo. Isto seguiu acontecendo ata mediados do século XIX. Transfondos e culturas cambian, e a mellor forma de cambialos é facelos explícitos. Non existe nada esencial incambiable na nosa cultura actual baseada no transfondo do espolio do planeta. É posible cambiar a outra cultura na cal os recursos naturais se vexan como o capital económico da empresa que é preciso non só non diminuír, senón aumentar día a día. Un transfondo baseado, non no fluxo de recursos, senón na súa creación constante. É posible e necesario. As páxinas deste libro déixano claro. ¿Facémolo?

Antonio Ruiz de Elvira

1. O CAMBIO CLIMÁTICO ACTUAL, AS SÚAS CAUSAS HUMANAS E A SÚA POSIBLE SOLUCIÓN

Autor

Antonio Ruiz de Elvira

Hai xa algún tempo empezamos a notar signos preocupantes. O meu pai, que veranea en Ourense, cóntame que os veráns en Galicia xa non son os de antes. A terra vira seca no verán, e a vexetación faise candidata ao lume.

Isto mesmo nótase noutras partes de España. Nos Pireneos, os glaciares do Aneto e do monte Perdido cada vez teñen menos xeo. Cando eu era neno, podía esquiar na serra de Madrid durante tres, catro meses ao ano. Hoxe, se hai tres semanas de neve xa hai moita. Os glaciares de Grenlandia, de Alaska estanse a retirar, os seus xeos están a caer ao mar cada vez máis á présa. As augas dos océanos están a quecer.

¿Que é isto? A Terra quece, isto é claro, é evidente. A ciencia débenos dicir por que. ¿Aconteceu isto antes? ¿É raro o que acontece agora? ¿Cal é a causa do quecemento actual? ¿Que é o cambio climático actual, cales son as súas causas humanas e cal a súa posible solución?

En primeiro lugar, ofreceremos algúns datos concretos sobre o quecemento actual. Hoxe podemos medir a temperatura en toda a Terra minuto a minuto, con termómetros e desde os satélites. Desde que temos rexistros directos da temperatura, é dicir, desde 1880, a temperatura media evolucionou como aparece na figura 1. Dela podemos tirar dúas informacións: a temperatura media do planeta sobe ao longo destes últimos 125 anos, e a subida acelérase nos últimos 30 anos, mesmo con respecto á subida entre os anos 1905 e 1945. Así, a subida media de temperaturas entre 1880 e 1975 foi de 0,0016º/ano, mentres que entre 1975 e 2005 foi de 0,021º/ano, é dicir, a subida de temperaturas multiplicouse por 12 nos últimos 30 anos.

Mesmo se consideramos a subida de temperaturas entre os anos 1910 e 1945, cunha subida de 0,012º/ano, a subida dos últimos 30 anos foi 1,75 veces a das décadas dos anos 10 a 40 do último século.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
Capítulo 1: O cambio climático actual, as súas causas humanas e a súa posible solución	11-31
Capítulo 2: Os incendios no oeste dos EEUU e o cambio climático	33-46
1. Introducción	35
2. Interacción entre clima, vexetación e lumes no oeste dos EEUU	37
3. As interaccións entre o clima, a vexetación e os lumes naturais fóra do oeste dos EEUU	42
4. Implicacións do cambio climático	43
5. Implicacións sobre as políticas	43
6. Conclusións	44
Bibliografía	45
Capítulo 3: Unha política forestal para a loita contra incendios forestais en Castilla y León	47-70
1. O problema e as súas causas	49
2. Consecuencias prácticas	54
3. Efectos esperables derivados	56
4. Os tres aspectos da prevención	56
5. O enfoque integrado: Prevención/Extinción	59
6. Os requisitos dunha política para o desenvolvemento forestal	63
7. Futuro: dificultades e oportunidades	67
Resumo	70
Capítulo 4: A defensa contra incendios forestais no Plan Forestal Español. Accións específicas no medio rural	71-91
1. Resumo	73
2. Introducción	74
3. Diagnóstico da situación	74
4. Obxectivos do Plan Forestal Español	75
5. Medidas que compoñen o Plan	75

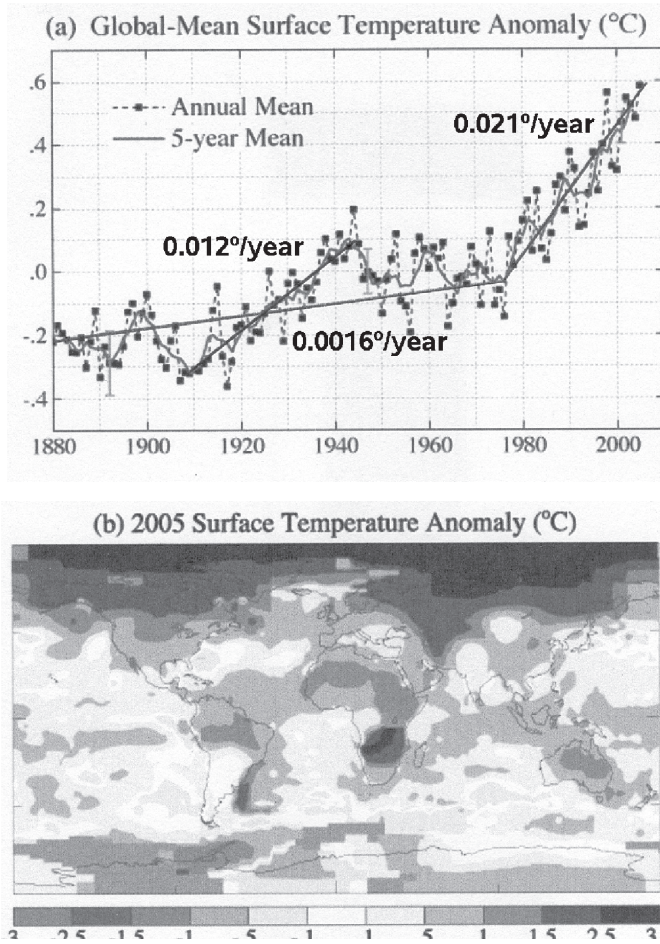


Figura 1.- a) Evolución da temperatura media global do planeta desde 1880 á actualidade. b) Anomalías de temperatura no planeta: a temperatura en 2005 menos a media de temperatura entre 1950-1970.

Observamos tamén na figura que a subida de temperaturas é considerable nas zonas tropicais, moderada nas zonas temperadas do hemisferio norte e moi forte no Polo Norte.

¿É esta subida dos últimos 125 anos algo normal no planeta ou é unha anomalía no comportamento do clima da Terra?

Con axuda de múltiples técnicas que, indirectamente, permiten deducir a temperatura do aire en distintas zonas do planeta no pasado (estas técnicas utilizan esencialmente os aneis de crecemento das árbores, as estalactitas nas covas, os aneis de crecemento dos corais e algunhas outras testemuñas paleoclimáticas) estableceuse que a temperatura da Terra nos anteriores dous milenios debeu ser como indica a figura 2.

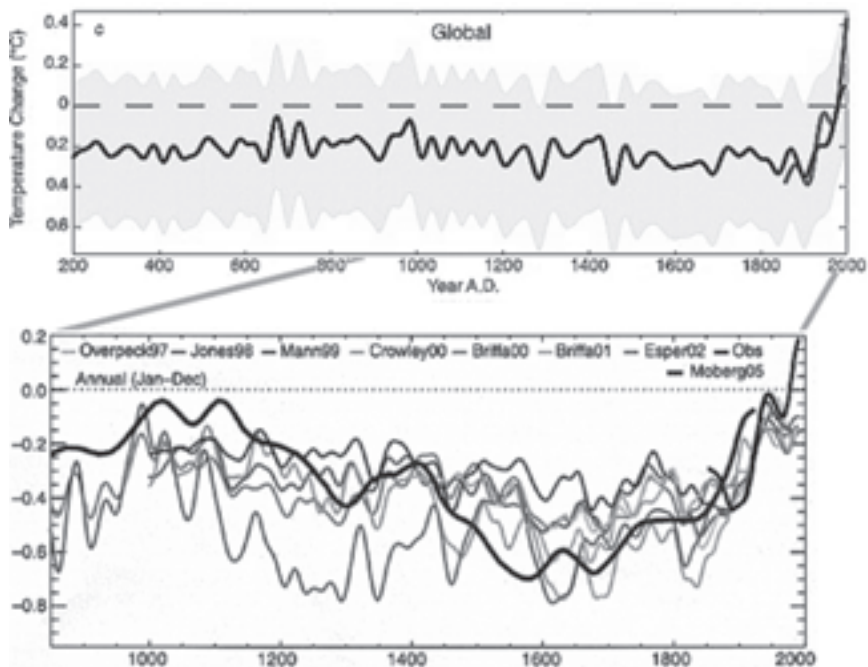


Figura 2.- Gráfico superior: evolución da temperatura media global (TMG) do planeta desde o ano 200 da era común (EC) ata a actualidade (liña continua). En gris, as bandas de estimación. Gráfico inferior: zoom desde o ano 900 da EC ata a actualidade. Distintas estimacións e evolución da súa media (liña negra continua).

Se aceptamos estas curvas (poñer bibliografía) observamos que cara ao século VIII da era común se produciu un lixeiro quecemento do planeta, que se repetiu no século X, e despois disto a temperatura baixou de forma suave pero constante ata 1800. O cambio que se observa na figura 2 é radical. Algo novo tivo que intervir para causar esa ruptura brusca de tendencia.

¿De que depende a temperatura dun planeta? Nos planetas hai dúas fontes de enerxía: unha, pequena, é a radioactividade do interior, que libera enerxía a ritmos moi lentos a través das codias das súas superficies. A segunda é a esencial. É a radiación do reactor nuclear en modo de fusión que é a estrela ou estrelas arredor das cales xiran eses planetas. A enerxía chega a estes en forma de radiación electromagnética (EM) de onda curta, o mesmo tipo de radiación que as ondas de radio, que as microondas dos nosos teléfonos móbiles e que os raios X das clínicas. Son ondas EM, cuxo tamaño está entre os 0,3 e os 0,7 microns. Chamámoslle luz porque os nosos ollos se adaptaron a ela, da mesma forma que se adaptarían a outras lonxitudes de onda se estas outras fosen as que radiase a estrela correspondente. As ondas que chocan contra o chan e as augas da superficie dos planetas descargan nestes a súa enerxía. Solos e augas quecen e reemiten enerxía, pois no caso contrario os planetas fundiríanse hai miles de millóns de anos. Todos os corpos radian (radiamos) ondas EM, a lonxitude das cales é inversamente proporcional á súa temperatura:

$$\lambda = \frac{2.9 \times 10^6}{T} \text{ nm/K}$$

A pel dos nosos corpos, a uns 35 °C, radia ondas EM de lonxitude ao redor de 9,3 microns, e a superficie do planeta, a uns 16 °C, rádiaa con lonxitude duns 10,3 microns. Radiación entrante e saínte están compensadas. A temperatura da superficie do planeta depende tanto da cantidade de radiación que lle chega como do que tarda en reemitila. Nun cuarto, nun día frío, a temperatura do seu interior depende tanto da cantidade de enerxía que por segundo libran os radiadores como da cantidade de enerxía que por segundo deixan pasar as paredes. É claro para todos que, cun mesmo radiador, unhas paredes grosas permiten que a temperatura do cuarto sexa máis alta que unhas paredes moi delgadas. Do mesmo xeito, nunha noite fría, o metabolismo dos nosos corpos xera calor, que sae pola nosa pel. Se estamos tapados por unha manta de algodón, a temperatura do aire sobre a nosa pel é esencialmente a mesma que a do aire exterior, mentres que se estamos tapados por varias mantas de boa la, a temperatura daquel aire é case a mesma que a do noso corpo.

No sistema solar hai tres planetas e un satélite a distancias non moi diferentes do Sol: Venus, a Terra e a súa lúa e Marte. Os catro corpos reciben unha potencia solar razoablemente parecida. Venus recibe uns 2600 W/m² na parte externa da súa atmosfera, a Terra e a Lúa, uns 1370 W/m² e Marte, uns 600 W/m². A temperatura media global de Venus é duns 482 °C; a da Terra, uns 16 °C; a da Lúa e a de Marte, arredor de 15 °C baixo cero.

As diferenzas de temperatura non só se deben á distancia do Sol, senón á composición da atmosfera. A de Venus é esencialmente CO₂ a 95 atmosferas de presión. Nin na Lúa nin en Marte hai atmosfera. As temperaturas dependen, esencialmente, das mantas de la (en forma de CO₂ e vapor de auga) que levan enriba os planetas.

Vexamos dúas figuras importantes:

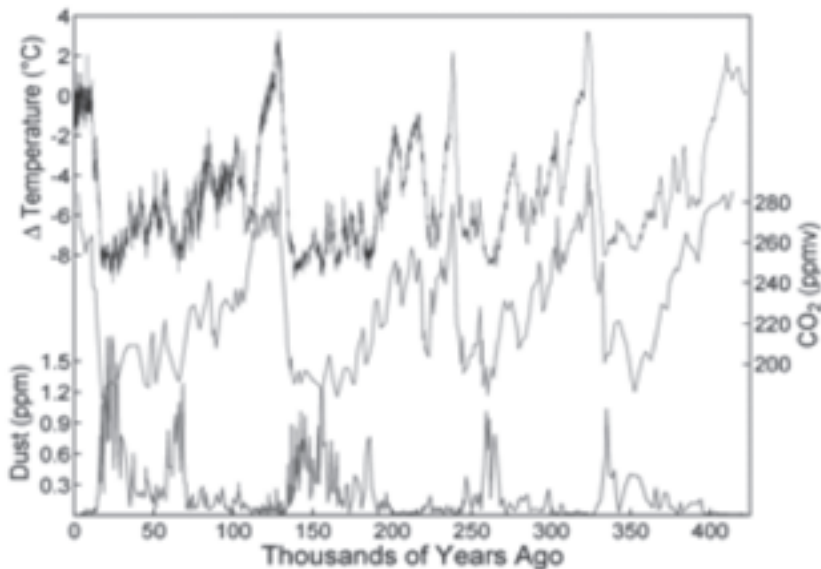


Figura 3.- Evolución da TMG (liña superior), da concentración (ppm) de CO₂ (liña media) e cantidade de po atmosférico (ppb, partes por mil millóns) (liña inferior) na atmosfera desde a actualidade ata hai 420.000 anos.

A figura 3 corresponde ás variacións de temperatura media global ao longo dos últimos 400.000 anos, ás concentracións de CO₂ na atmosfera e á cantidade de po atmosférico. Na figura podemos seguir a secuencia das glaciacións, cando a parte norte do globo se cubría de xeo durante uns 100.000 anos, quedando libre del en intervalos intercalados duns 20.000 anos.

Observamos dúas cousas: a primeira que, o mesmo que en Venus, se sobe o contido de CO₂ na atmosfera sobe a súa temperatura. A segunda, que as concentracións de CO₂ na atmosfera da Terra oscilaron entre 200 e 280 ppm ao longo dos últimos 400.000 anos.

Se nos fixamos nunha escala temporal máis pequena entre 40.000 anos antes do presente e a actualidade, vemos que a concentración de CO₂ comezou a subir de forma continua hai uns 16.000 anos, e que alcanzou un máximo relativo hai uns 12.000 anos. A concentración aumentou de 200 a 280 ppm ao longo duns 4.000 anos. Logo aumentou algo nestes últimos 4.000 anos, ata que en 1800 explotou, subindo ata 380 ppm en 205 anos.

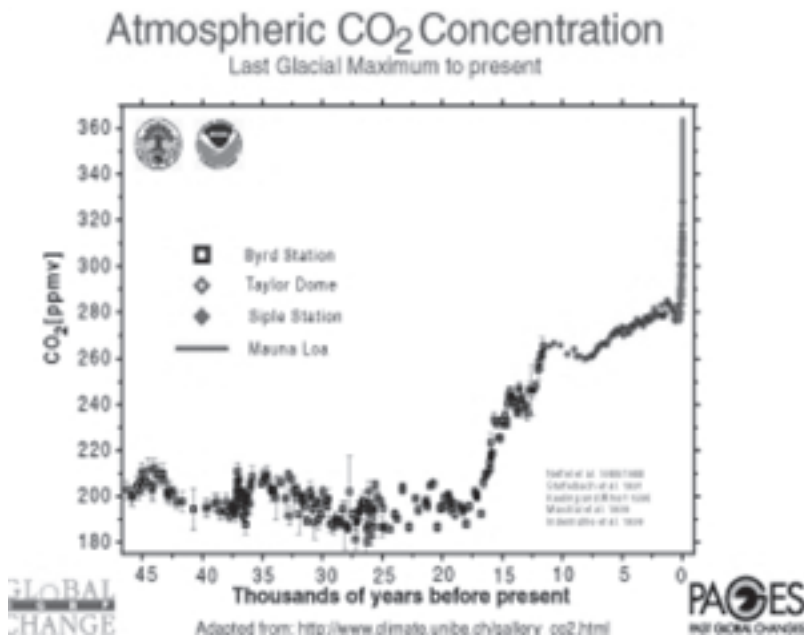


Figura 4.- Evolución da concentración de CO₂ na atmosfera do planeta desde hai 50.000 anos (en ppm). (Pages, Past Global Changes, 2002)

O fenómeno característico de hai 12.000 anos foi a fin da era glacial, cando desapareceron os glaciares que cubrían Norteamérica, Europa do norte ata a canle da Mancha e as tundras de Siberia. O nivel do mar subiu uns 120 metros, o Mediterráneo desbordou polo Bósforo, enchendo o mar Negro nunha inundación xigantesca, os ríos de Mesopotamia, alimentados polo desxeo dos montes Zagros, e o Indo, o Ganxes e os ríos Azul e Amarelo de China, alimentados polo desxeo dos Himalaias, provocaron enormes inundacións e arrastre dunha capa moi potente de barro fértil. É moi probable que

as lendas do diluvio universal veñan desa época, e é seguro que a agricultura se fixo posible nas chairas fértiles dos ríos mencionados. Tras ese desexo a temperatura mantívose máis ou menos constante con lixeiras oscilacións, como vimos, ata o presente.

O ciclo do CO₂ está razoablemente ben comprendido. É absorbido polas plantas cando crecen e, esencialmente, polos océanos mediante procesos de captura polas ondas cando rompen e posterior difusión cara ao interior, nun esquema moi lento. Ao revés, cando se inicia o desexo, propiciado pola emisión de metano desde os noiros continentais que quedan ao aire cando baixa o nivel do mar, o proceso é máis rápido, uns 5.000 anos: ao elevarse a temperatura, o CO₂ dos océanos burbulla e sae á atmosfera, engadindo elementos de quecemento a esta.

Desde 1800 o ser humano interveu no proceso. En 1800 puxéronse en explotación masiva os depósitos de carbón do planeta, primeiro en Inglaterra, logo no resto do mundo. Desde 1859 fíxose o mesmo cos depósitos de petróleo. Carbón e petróleo representan enerxía solar, capturada polas plantas e os animalíños microscópicos do Carbonífero, hai uns 300 millóns de anos, e almacenadas no interior da codia terrestre. A rapidez da explotación supuxo que esteamos a lanzar á atmosfera CO₂ a un ritmo dez veces superior ao da súa posible captura polos océanos, xa que a captura neta polas plantas se ve dificultada pola deforestación extensiva do planeta. O proceso inclúe un elemento de realimentación positiva: ao quecer a atmosfera fóndense os xeos das tundras canadense e siberiana, coa conseguinte emisión de enormes cantidades de metano, outro gas que retén a calor que intenta saír cara ao espazo exterior. Adicionalmente, ao fundiren os xeos, unha parte da enerxía que estes reflectían é absorbida polo solo desxeado, aumentando aínda máis á absorción de calor no planeta.

Estamos así simulando as condicións inmediatamente anteriores á deglaciación, pero en vez de face-lo desde unha temperatura media global de 8 °C, estámolo a facer desde 15 °C.

Os responsables deste estado de cousas somos os seres humanos. Na nosa ansia por cumprir co mandato vital de vivir cada vez mellor e procrear cada vez máis, e sendo ignorantes ata hai 30 anos das consecuencias de obter enerxía abundantísima queimando carbono, lanzamos o planeta cara a unha carreira case sen retorno, sen retorno polo menos para nós e a nosa civilización.

Eramos ignorantes ata hai eses 30 anos, pero non o somos desde entón. A nosa culpabilidade deriva de que coñecemos perfectamente as consecuencias de queimar carbono e seguímolos facendo sen límite ningún. A culpa é grande entre os cidadáns, pero é moito maior entre os administradores, pois son os administradores os que realmente poden actuar eficazmente contra a subida de temperaturas.

¿Cales son os efectos desta subida de temperaturas e por que son graves? En primeiro lugar, debemos considerar que os ecosistemas se foron formando ao longo de miles de anos como resposta a condicións climáticas máis ou menos estables. En segundo lugar, e aínda que hoxe figure como un capítulo pequeno nas contas económicas dos países, a agricultura, que necesitamos para comer, a gandaría e a pesca só son posibles baixo certas condicións climáticas, entre elas, a dispoñibilidade de auga. Aínda que en España poidamos superar algunhas dificultades que nos veñen enriba, como veremos, debemos considerar que hai outros países, sobre todo os africanos, que sufrirán bastante máis que o noso polo cambio climático, e que neses países viven millóns e millóns de habitantes cuxa única solución será emigrar. O problema do cambio climático é global, non só con respecto ás variables meteorolóxicas e oceánicas, senón, sobre todo e esencialmente, con respecto á vida e á economía de todos os poboadores do planeta.

O clima da Terra é un sistema físico extraordinariamente complexo e que funciona baixo un equilibrio delicado.

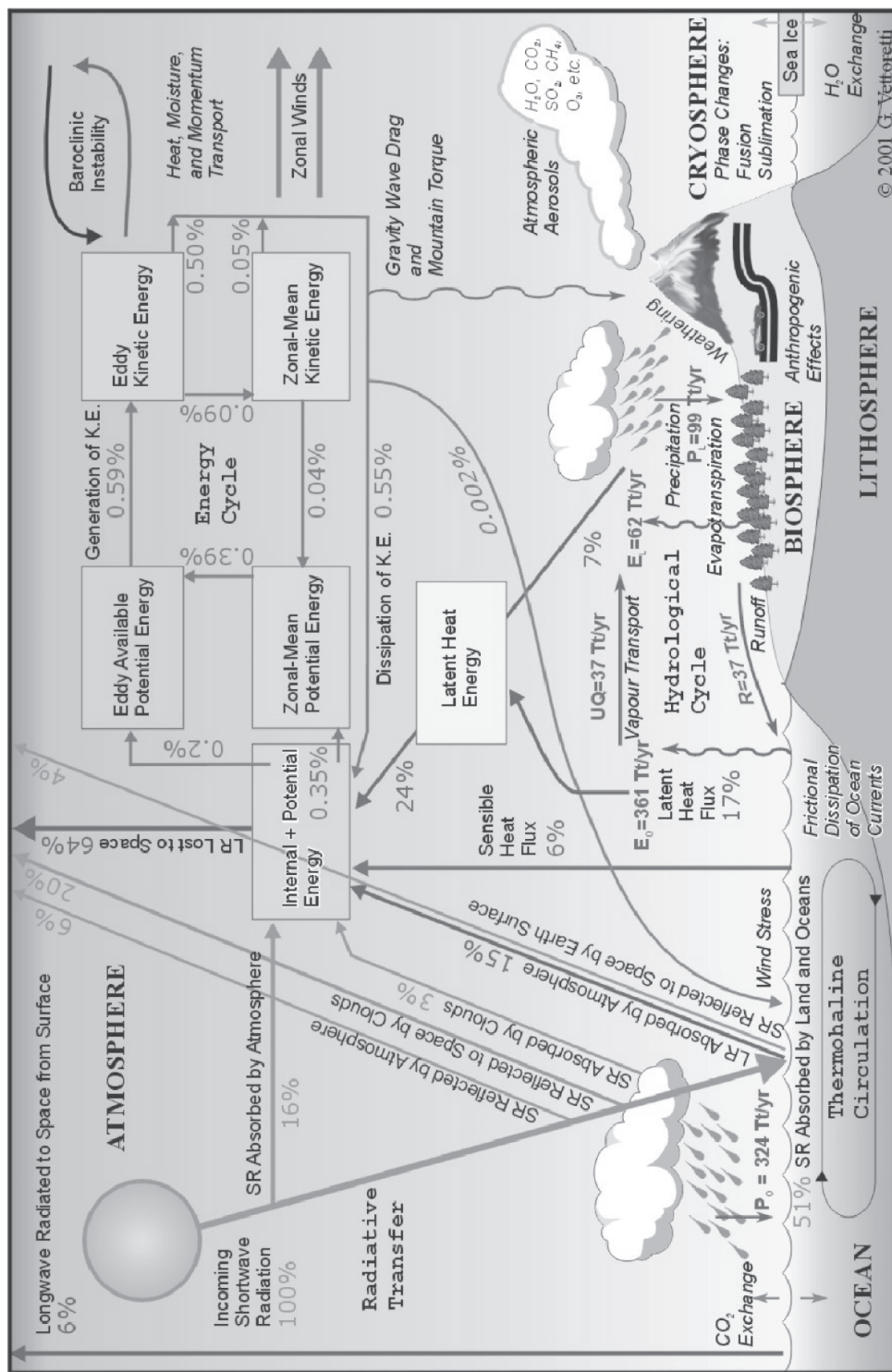


Figura 5.- Un esquema do sistema climático da Terra. Observamos múltiples subsistemas que evolucionan con escalas espazo-temporais distintas en interacción constante entre eles.

Ao cambiar unha pequena parte deste cambiamos, polo xeral, o funcionamento de todo el. Vexamos se podemos facer isto algo máis comprensible. As chuvias caen nas nosas latitudes porque o océano evapora auga que queda normalmente sobre a súa superficie. Este vapor de auga pode subir cando as capas de aire por enriba están máis frías e cando os ventos en altura o succionan. Recordemos que aínda que a altura do “ceo” nos pareza grande, e pensemos que os avións voan moi altos, a altura é duns 11 km, é dicir, a distancia entre Santiago e Padrón, por exemplo, mentres que a extensión do Atlántico Norte é duns 2.000 x 4.000 km.

O mecanismo máis habitual de xeración de chuvia é un río poderoso de aire que circula a esa altura, ten unha profundidade duns 3 km e uns 200 km de largo. A súa velocidade é duns 200 km/h. Está xerado polas diferenzas de temperatura entre os trópicos e o polo, e sitúase na latitude de máximo gradiente destas temperaturas.

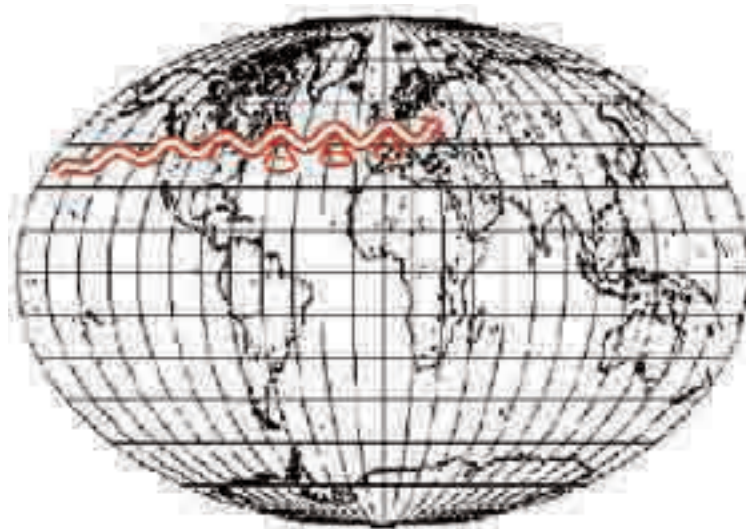


Figura 6.- Un esquema simple do chorro coas borrascas colgando.

O río de aire, como todos os ríos, fai meandros. Cando o meandro se inclina cara ao sur, o chorro de aire sopra, en altura, de sueste a nordeste, e arrastra o vapor de auga do océano cara a arriba. O vapor arrefría ao subir e condénsase en gotiñas de auga líquida que caen en forma de chuvia.

Como dixen, a posición en latitude do chorro polar, deste río de aire, depende da diferenza de temperaturas entre os trópicos e o polo. Así, no inverno o chorro situábase por debaixo de España, na primavera e no outono cruzábaa ás veces e no verán colocábase sobre Inglaterra. Hoxe a temperatura do polo subiu bastante (fig. 1) e seguirá subindo se non paramos o cambio climático. Isto quere dicir que xa hoxe os meandros que entran en España, e con eles as borrascas de outono e primavera, pasaron de ser 20, de media, a ser 14; que os meandros son moito máis pronunciados e que as chuvias teñen un carácter torrencial. Isto estase a experimentar desde hai tempo en Galicia: secas longas intercaladas con chuvias torrenciais. Na España seca evolucionaron así no último século:

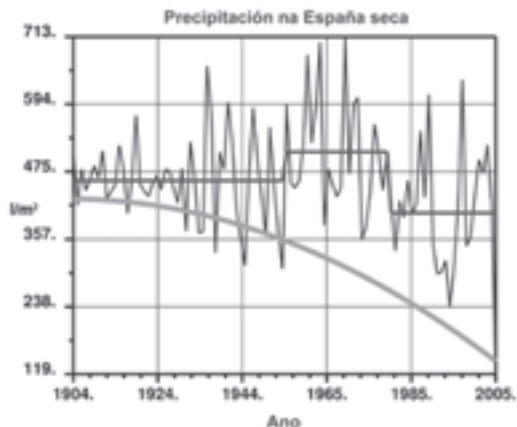


Figura 7.- Evolución da media anual de precipitación na España seca. Ruiz de Elvira (elaboración de datos de 16 estacións meteorolóxicas do INM).

Na figura 7 representei a media de 16 capitais da España seca da precipitación anual. Observamos varias cousas: entre os anos 1950-1975 a media das chuvias creceu lixeiramente respecto á media dos primeiros 50 anos do século. Non obstante, nos últimos 25 anos a media diminuíu a máis do dobre do que creceu neste terceiro cuarto de século. Vemos que a variabilidade creceu substancialmente ao longo do século, cun aumento notable da duración dos episodios secos. Finalmente, observamos que as mínimas de chuvia foron baixando de xeito considerable ao longo do século, facéndose cada vez menores, mentres que as máximas, que aumentaron entre 1950 e 1975, volveron diminuír nestes últimos 25 anos.

En xeral deducimos que o comportamento das chuvias na España seca se correlaciona ben co esperado dun desprazamento latitudinal da posición do chorro polar cara ao norte e, consecuentemente, co quecemento do polo.

En Galicia as cousas non son tan claras: se consideramos a media a 8 estacións de medida das chuvias de primavera e verán (figura 8):

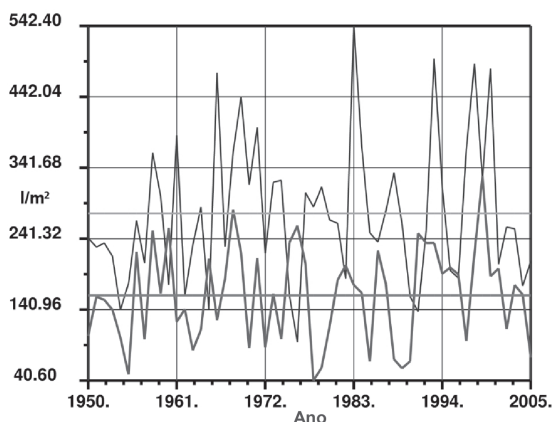


Figura 8.- Media a 8 estacións de medida (datos do INM) das chuvias de primavera (liña superior) e de verán (liña inferior).

Podemos observar que a partir de 1980 as secas do verán son longas, pero non de xeito notable. O que aconteceu nestes últimos cinco anos é que, por segunda vez na etapa que consideramos, as chuvias da primavera e do verán estiveron, ambas as dúas, por debaixo da media, conducindo a que no centro do verán os solos e a vexetación estivesen moi secos. Isto mesmo aconteceu a principios dos anos 50. A diferenza nos efectos de entón a agora non só é debida á escaseza de chuvias e a un aumento da temperatura, senón que debe engadirse a reacción humana, con toda seguridade distinta hai 50 anos da de agora. Sobre isto fálase no resto dos capítulos deste libro.

É claro que a España seca se está a secar aínda máis. Non é tan claro o que debe pasar na España húmida, en Galicia e no Cantábrico, pero a teoría dinos que, máis tarde que no resto de España, tamén aquí se debe ir secando a terra, con episodios intercalados de grandes precipitacións. Isto é o que podemos ver no esquema seguinte:

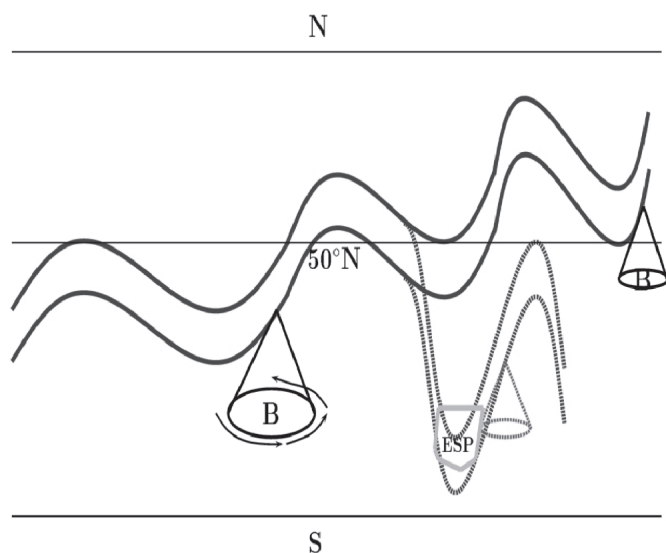


Figura 9.- Posición estimada do chorro polar a mediados do século XXI. Observamos que o seu desprazamento cara ao norte implica que as chuvias en España (meandros cara ao sur) corresponderán a situacións intensas de grandes precipitacións, mentres que os meandros suaves quedarán lonxe da península (Ruiz de Elvira, 2002).

Se o chorro se despraza, na súa posición de inverno, ata os 50°N, en España, e mesmo en Galicia, entrarían moitas menos borrascas, e cando entrasen serían como consecuencia de meandros moi intensos, en forma de chuvias torrenciais.

Hai máis efectos. Inglaterra está na mesma latitude que a península do Labrador no Canadá. Pero no Labrador non vive ninguén, pois está 9 meses cuberta de xeo. A razón é que as correntes mariñas se desprazan, nas latitudes centrais, de oeste a leste. As augas superficiais do océano quéntanse no golfo de Guinea.

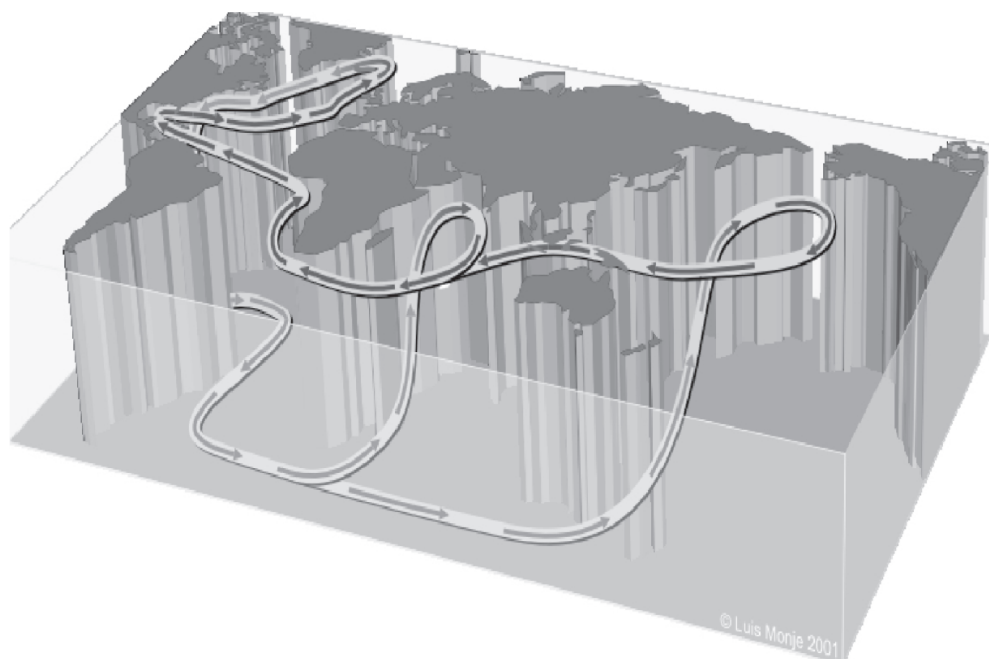


Figura 10.- Esquema da corrente termosalina (L.Monje,2001)

Cruzan o Atlántico arrastradas polos alisios e requéntanse no Caribe. Saen entre Florida e Cuba e cruzan de novo o Atlántico cara a Inglaterra e o Mar do Norte, e acaban achegando calor ao norte de Europa e auga salgada ao Ártico. No Ártico engádesse sal a esta auga, ao se ir conxelando a auga do mar, de forma que na capa superficial a auga queda fría e moi salgada. A auga salgada pesa bastante, de forma que se afunde e cae 3.000 metros nunha fervenza xigantesca entre Groenlandia e Islandia. Ao saír a auga do Ártico e do Mar do Norte deixa sitio para que poida seguir entrando auga quente nestes dous mares. Establécese así unha circulación termosalina que circunda o globo terráqueo nun camiño que dura uns 500 anos.

Esta circulación termosalina é o marcapasos que controlou as etapas glaciais e interglaciais no último millón de anos. A Terra é unha esfera deformada, ou máis ben un elipsoide, co seu eixe de xiro inclinado. No seu camiño en torno ao Sol varían tanto a inclinación do eixe de xiro, como a súa dirección, como a excentricidade da órbita, de forma que ao longo dos milenios a cantidade de radiación que cae sobre o planeta varía de xeito periódico. A variación de enerxía recibida é pequena. Se a esa variación de enerxía lle engadimos flutuacións aleatorias (ruído meteorolóxico) e un amplificador (a corrente termosalina) obtemos o que se denomina oscilador aleatorio, que presenta saltos bruscos entre dous estados, un frío, estable e cuberto de xeo, outro quente, inestable e case libre de xeo. A corrente termosalina actúa de amplificador porque mentres consegue entrar no Ártico manteno libre de xeo, pero se deixa de entrar o xeo cobre a parte norte do hemisferio, mentres que a corrente se desvía baixando polas costas de Irlanda, de Galicia e Portugal de novo cara a Guinea, xerando moito frío no norte pero auga quente nas costas. A corrente termosalina deixa de entrar no Mar do Norte cando a auga deixa de saír, e isto acontece cando se deixa de formar xeo e liberar sal, e cando a fusión dos glaciares de Groenlandia e das tundras canadense e siberiana lanza enormes cantidades de auga doce ao mar.

A subida de temperatura non se produce, evidentemente, só no polo. En Galicia, sen ir máis lonxe, as temperaturas estacionais subiron notablemente, tanto as máximas como as mínimas. Por poñer un exemplo, vexamos estas temperaturas nunha estación concreta, a das Pontes:

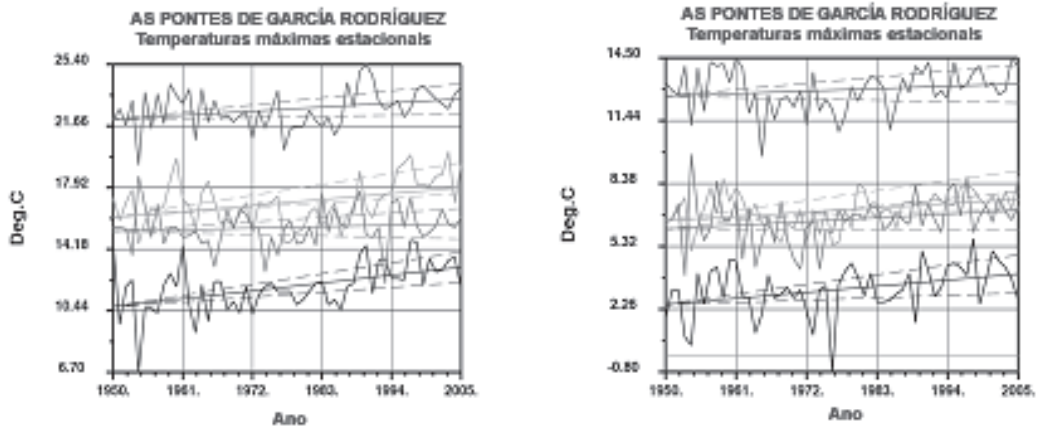


Figura 11.- Temperaturas máximas e mínimas estacionais nas Pontes de García Rodríguez, no norte de Galicia.

Observamos que as máximas de inverno subiron uns 3 °C en 50 anos, mentres que as mínimas, tamén de inverno, subiron máis ou menos 1,5 °C. No resto das estacións tamén se produciron subidas, algo menores, sendo a subida das máximas de verán de arredor de 2 °C.

Estamos, pois, ante un cambio substancial do noso clima. Os modelos matemáticos de predición, que de momento son só globais, indican, se a concentración de CO₂ chega a 560 ppm, unha subida da temperatura media global duns 3 °C, pero se a concentración chegase a 1.000 ppm a subida sería de 6 °C. Unha subida de 3 °C implicaría o desecamento de toda España, mentres que unha subida de 6 °C implicaría o colapso absoluto da nosa civilización e a desaparición do 90% das especies do planeta.

¿Como pode acontecer isto?

Como xa dixen, os seres humanos lanzámonos alegremente pola pendente da enerxía doada. Carbón e petróleo saen sen problema da superficie da Terra e con eles podemos vivir dez veces mellor que o resto dos seres vivos. Pero sabemos que se seguimos así acabaremos con esa vida de luxo e caeremos nunha vida de miseria, pois seremos 10.000 millóns competindo por uns recursos que simplemente deixarían de existir.

¿É este un panorama catastrofista? Pode ser. ¿E se o fose? ¿É malo describir a realidade, indicar as posibilidades? No século XVII uns cantos escritores españois, os arbitristas, cansaron de describir o desastre que se aveciñaba en España. España, o país máis rico do mundo no século XVI, caeu a uns niveis de miseria que lle fixeron escribir a Xulio Verne, xa a finais do século XIX, que España só puido contribuír con dous pesos á aventura espacial que describía n'*Unha viaxe á Lúa*. Esa era a opinión que tiñan os europeos do noso país.

As catástrofes existen e producíronse constantemente ao longo da historia humana. No máis alto do seu poderío poucos podían imaxinar a catástrofe do Imperio Romano. Tras a caída de Constantinopla e o avance dos turcos ata Viena, poucos no Islam podían pensar na miseria do Oriente Medio a prin-

A resposta correcta debería ser a seguinte:

- 1) Asumir que se estaba fronte a un problema grave.
- 2) Consultar os técnicos e os científicos sobre o estado do mar e as posibilidades de recoller o cru nunha ría da costa.
- 3) Ter preparadas unha serie de respostas asumindo que o problema era parte da súa responsabilidade, sen lanzar o barco ao mar esperando a intervención da Virxe.
- 4) Asumir a responsabilidade das accións.
- 5) Poñer en marcha solucións instantáneas e preventivas.

É dicir, e resumindo, aceptar o problema e poñerse a traballar nel. Nin se encoller de ombros nin se resignar fronte a actos "divinos".

Pois ben, con respecto ao problema enerxético, o cambio climático, a desertización, a mingua das capturas pesqueiras, a perda de biodiversidade, os incendios forestais, as verteduras tóxicas, os residuos nucleares, a perda de solo por chuvias torrenciais, etc., etc., as actitudes máis comúns hoxe en día son:

- i) Abraiarse de que iso poida pasar (laiarse de que un barco petroleiro poida romper): "*¿Como pode pasarme isto a min?*".
- ii) Non asumir a responsabilidade (enviar o barco cara a augas portuguesas para que outro resolva o problema).
- iii) Recibir o sinistro sen preparación ningunha (os incendios de Guadalajara en 2005 e de Galicia en 2006: "*¿E que fago eu agora?*").

A postura contraria é a seguinte:

- 1) Ter preparadas as accións necesarias: se hai un barco en perigo fronte ás costas galegas, ter os protocolos de actuación, ter ensaiados os procedementos, ter as bombas de extracción e os tanques de almacenaxe dispostos, as redes de contención, etc., etc.
- 2) Aceptar que o problema é noso, non dos portugueses, non das autoridades internacionais, non dos chineses, dos indios. Non dicir: faremos algo cando os demais o fagan, senón facer o axeitado e esixirilles aos demais as accións correspondentes.
- 3) Aceptar que o problema é un problema económico real; que investir en prevención non é perder diñeiro nin recursos detraídos do "benestar", senón exactamente ao revés: que investir en prevención é achegar recursos ao benestar. Que o benestar non é ter máis coches ou máis estradas, senón augas limpas, bosques sans, campos verdes, peixes nos mares, ríos sen tóxicos, terras sen residuos radioactivos.
- 4) En definitiva, que o benestar individual deriva e participa do benestar xeral; que un bosque é tan noso coma o noso coche, que os peixes do mar son tan propiedade nosa coma as nosas casas e, polo tanto, debemos coidalos como coidamos estas.

É este cambio de actitude entre os administradores e xestores públicos o único que nos pode permitir sobrevivir, non só como individuos illados, senón como sociedade avanzada. Ademais, é un cambio alegre: no canto de mirarmos sen esperanza como a natureza actúa sobre nós, dános a oportunidade de controlarmos nós o noso propio futuro, a nosa calidade de vida.

A idea de que deixar de arranxar os desastres ambientais que estamos a producir nos custa e nos está a custar riqueza non é nova, pero tivo un apoio razoable no Informe Stern sobre o cambio climático.

Neste informe poñen os puntos sobre os is e danse as cifras estimadas do custo que supón non actuar agora, deixar de actuar ou deixar as actuacións para máis tarde coa excusa de que o diñeiro que se empregue agora para corrir os atentados ambientais é diñeiro que se detrae do benestar público actual. Non vou repetir os argumentos do informe Stern, pero gustaríame expoñer algúns argumentos da vida actual española.

A riqueza de que dispoñemos os españois consiste en bens radicais, bens mobles e diñeiro en circulación ou depositado nos bancos. O diñeiro como tal, se representa algo real, representa a enerxía dispoñible polo conxunto dos españois (é posible que haxa unha parte do diñeiro que sexa riqueza ficticia, pero isto debemos deixalo á parte). Algo desa riqueza, dese diñeiro, desa enerxía está a circular constantemente dunhas persoas a outras. Se a min me pagan un soldo e á fin de mes o gastei en comida, transporte, diversións, adquisición dalgún produto algo máis duradeiro que a comida, e quizais algo de aforro para o futuro, o único que fixen ao longo dese mes, e comigo o resto dos meus conciudadáns, é traspasar o meu diñeiro, a enerxía de que dispoño, dunhas persoas a outras. É un fluxo de enerxía que se mantén circulando de xeito esencialmente constante. Con ese diñeiro pagamos algo do noso "benestar". Pero, ¿cal é ese "benestar"? Hai xente para a cal "benestar" pode ser a cocaína, o alcohol, a vagancia. Para outras, benestar é a atención hospitalaria de molestias leves. Hai quen interpreta "benestar" como vivir traballando pouco. Para certos xestores públicos, "benestar" son autovías de oito carrís, ou televisións pagadas cos impostos. Para algúns, "benestar" é o pagamento pola ineficiencia, como nas subvencións á minaría, ou utilizar carbón americano para xerar enerxía eléctrica.

Pero hai outras persoas que quizais interpreten como "benestar" poder pasear por un bosque, ter auga en ríos limpos, encontrar peixe nos mercados, vivir en casas que non perden enerxía en inverno, nin a reciben en verán, poder vivir no planeta con animais e plantas diversas, non ter que preocuparse polo radio, o plutonio ou o polonio; levar, en fin, unha vida sen medos constantes.

Investir parte da riqueza que temos hoxe en alcanzar este último "benestar" é, con seguridade, máis eficaz, máis útil ca seguir mantendo un "benestar" falso como autovías que o único que xeran é dilapidación de riqueza en forma de gasto de combustible, minas de carbón deficitarias, programas de televisión pagados mediante impostos e casas que tiran enerxía e diñeiro a través das súas paredes.

En resumo, formulo aquí dúas cousas: a asunción da responsabilidade sobre o medio ambiente por parte dos xestores públicos e a consideración de que o investimento en medio ambiente non só non vai en contra do "benestar" actual, en favor dun "benestar" futuro, senón que realmente é un investimento en "benestar" real aquí e agora, e, como veremos, unha fonte substancial de emprego e de xeración de riqueza.

Ten un moitas veces a impresión de que estes dous puntos do resumo son aceptados polas administracións públicas só de forma retórica, pero que a realidade non pasa dunha serie superficial de declaracións nos medios de comunicación. Así, por exemplo, e sen irmos máis lonxe, na súa comparecencia ante os medios ao finalizar o ano 2006, o presidente do Estado español insistiu en que España sería líder na loita contra o cambio climático ao longo do ano 2007. Non obstante, lendo con detenimento os orzamentos nacionais para 2007 propostos polo seu goberno e aprobados polo Parlamento, non hai forma de atopar cantidades substanciais de diñeiro (é dicir, da medida da riqueza) destinadas a ese combate contra o cambio climático. Neses orzamentos, a construción de autovías recibe unha asignación de 2.000 millóns de euros. O pagamento, mediante os impostos de todos os españois, ás autoestradas de peaxe ascende a 200 millóns de euros. O pagamento para manter unhas minas de carbón inútiles é de 800 millóns de euros, e a televisión estatal recibe 400 millóns de euros.

Pola contra, o Instituto de Diversificación e Aforro Enerxético non recibe máis ca 70 millóns de euros e a Secretaría Xeral para o Cambio Climático, 6 millóns de euros. É difícil entender como pode España

converterse nun líder mundial na loita contra o cambio climático se as cifras económicas son as dos orzamentos do Estado.

Baixando a niveis máis próximos ao que nos ocupa, a Comunidade de Castilla-La Mancha insiste aínda hoxe en que unha das súas maiores preocupacións son os incendios forestais. Pero en xullo de 2005 non había gardas forestais, nin devasas, nin dotacións de bombeiros, nin montes limpos nin prohibición radical e total de facer calquera lume no campo na zona de Guadalajara, nin en ningunha outra zona desa comunidade. A Comunidade de Castilla-La Mancha ten unha superficie duns 80.000 km². Deles, podemos estimar que, polo menos, uns 20.000 km² poden estar arborados.

Un garda forestal pode coidar, sen problemas, unha superficie de 16 km² (4 x 4 km). Dividindo 20.000 entre 16 obtemos 1.250 gardas forestais. Se lle asignamos a cada un uns 24.000 euros brutos de salario anual, obtemos unha cantidade de 30 millóns de euros para o equipo de gardas forestais, uns salarios que, realmente, non supoñen máis que fluxos de riqueza, pois eses salarios volven ao cabo de certo tempo de novo á sociedade que os paga. Podemos comparar eses 30 millóns de euros cos 6 millóns de euros que custa 1 km de autovía, que realmente non é fluxo monetario senón gasto nun inmovilizado que se dexenera desde o primeiro momento da súa posta en marcha.

¿É realmente caro coidar o monte?

Pasemos agora, finalmente, ás accións que cómpre realizar para deter o cambio climático nos 2 °C que os científicos estimamos como límite asumible pola sociedade, insistindo de novo en que superar ese valor significa cruzar un punto crítico do sistema que debe levar nun prazo curto de tempo a unha catástrofe global.

O único xeito posible de parar o quecemento do planeta e manter un “benestar” real é cambiar o paradigma enerxético. Necesitamos facer dúas cousas: limitar o consumo enerxético dun xeito racional e substituír os combustibles fósiles (enerxía solar almacenada en forma de carbón, petróleo e gas natural) por enerxía solar directa.

Tiramos demasiada enerxía. Os edificios, deseñados por arquitectos formados nunha cultura carente de preocupación polos temas aquí tratados, dilapidan unha parte substancial da enerxía que empregan. As paredes conducen a calor dunha forma elevada e os deseños rexeitan os esquemas de protección, vía sombra, por exemplo. Ao mesmo tempo, o urbanismo non se desenvolveu, nestes últimos 50 anos, pensando no consumo de enerxía, de maneira que as cidades, ao forzar uns tráfico desastrosos, son hoxe uns dos maiores dilapidadores de enerxía do planeta. Os vehículos non estaban, hai catro anos, deseñados para o aforro enerxético, e aínda hoxe o número de vehículos eficientes é tan reducido no parque móbil que realmente non hai forma de atopalos. Os combustibles biolóxicos, etanol e biodiésel, comezan hoxe as súas andainas, de forma que en Madrid, por exemplo, non se atopa unha soa gasolinera que os teña.

Facer casas ben illadas e orientadas, con esquemas de sombra en verán e sol en inverno non é, en absoluto, máis caro que facelas de xeito chafalleiro, e o estudio ALIA de Madrid demostrouno xa en varias ocasións. Refacer as cidades, pouco a pouco, para eliminar os atascos, deseñar un sistema racional de transporte público non é, en absoluto, máis caro que manter o esquema de loucura actual. Por poñer un único exemplo, en Madrid, para desprazarse en tren desde a parte norte da cidade a Alcalá de Henares, precísase unha hora, pois o traxecto pasa por todo o sur da cidade e as súas inmediacións.

Non obstante, existe unha vía férrea que une directamente o norte de Madrid con Alcalá de Henares, e o único tren diario que a percorre emprega vinte minutos. ¿Custaría algún diñeiro poñer un tren

cada media hora para facer ese percorrido? É claro que non, pero a RENFE non o acepta refuxiándose en razoamentos inintelixibles e que reflecten non un esquema económico, senón un problema sindical.

Do mesmo xeito, o Estado español optou hai tempo, e mantén aínda hoxe, un esquema de transporte de mercadorías baseado nos camións, dunha eficacia enerxética tendente a cero. Poderíase, sen un custo elevado, substituír unha parte substancial dese transporte mediante camións por transporte en tren, pero non se fai.

Non existen, en realidade, departamentos nas administracións públicas dedicados ao deseño de políticas varias que impliquen unha mellora substancial no aforro enerxético. Sinxelamente, non é algo que entre nos esquemas das administracións (como xa sinaléi, o orzamento do IDAE para 2007 é unha parte nimia dos orzamentos do Estado para este ano, e ademais o IDAE non ten capacidade normativa, senón só de asesoría ou como fonte, escasa, de subvencións). O novo Código Técnico da Edificación tardou demasiados anos en poñerse en marcha e aínda hoxe é moi escaso en canto ás obrigas sobre o aforro de enerxía.

Se miramos os xestores encargados das cuestións do transporte, vemos que, en linguaxe coloquial, pasan olímpicamente do tema: o Ministerio de Industria impide a venda dos 4 x 4, uns monstros de aceiro que fan exactamente a mesma función que outros coches de, polo menos, a metade do seu peso, e que polo tanto emiten en xeral polo menos o dobre de CO₂ ca estes. A pesar de todas as expresións de interese por parte dos administradores españois, non se ven grandes extensións de terreo cubertas por celas solares, nin se empezan a ver estas celas nos tellados das casas.

E, porén, poñer en marcha unha economía solar non é nin un luxo nin algo que non nos poidamos permitir, nin sequera algo que vaia en contra dos intereses económicos do país.

Como dixen máis arriba, a outra pata da solución ao problema do cambio climático estriba non só en aforrar enerxía senón en capturar a enerxía do Sol.

¿Como podemos facer isto?

O Sol fai chegar á superficie da alta atmosfera uns 1370 vatios/m² na zona ecuatorial, o que se converte nuns 970 w/m² na latitude de Galicia, en media anual. Destes vatios, un 80% alcanzan a superficie do planeta, o que quere dicir, de novo, uns 1100 vatios/m² no Ecuador e uns 770 w/m² na latitude de Galicia. A superficie de Galicia é duns 29.000 km², é dicir, 29.000 millóns de metros cadrados, sobre os que caen uns $770 \times 29 \times 10 = 23.330$ Gw. Tendo en conta que a potencia instalada en España é duns 50 Gw, e que se a isto engadimos todos os medios de transporte que poden supoñer outros 50 Gw, vemos que a potencia que cae sobre a superficie de Galicia é 233 veces a potencia instalada en España. Supoñamos que desa potencia só puidésemos utilizar un 10%, seguiríamos con 23 veces toda a potencia instalada en España. Posto que esta potencia só produce enerxía durante 1/4 das horas do día, pero tendo en conta tamén que só as centrais nucleares traballan máis de 18 horas ao día como media anual, e que os vehículos de transporte non utilizan a súa potencia máis de medio día en media a todos eles, obtemos que a enerxía que se podería obter de Galicia sería 12 veces a que usa agora toda España. É dicir, que con 1/12 da superficie de Galicia, cuns 2.400 km², poderíase obter toda a enerxía que usa hoxe España. Mesmo se introducísemos perdas de ata un 50% (o que é unha loucura), 5.000 km² de Galicia poderían subministrar a enerxía que hoxe está a utilizar España.

Esta enerxía habería que almacenala, posto que só se pode obter entre as 9 e as 15 horas solares. O mellor vector para almacenar enerxía é o hidróxeno. O hidróxeno obtense da auga, por descomposición desta por electrólise ou directamente a moi altas temperaturas. Auga temos toda a que queiramos no océano. Posto que o resultado da obtención de enerxía por medio do hidróxeno, ben median-

cipios do século xx. Desde o máis alto do poderío maia ninguén quería pensar na catástrofe climática que o destruíría. Na China dos Ming ninguén quería pensar na miseria chinesa do século xx.

Estamos camiño dunha catástrofe global, non dun único país. O sistema económico é coma o sistema climático: un sistema moi complexo en equilibrio inestable.

Hoxe funciona porque todas as súas partes funcionan. Pero cando rompe unha das pezas da cadea, a cadea total rompe tamén.

Adóitase entender o medio ambiente como algo que queda moi lonxe de nós: as baleas, as focas, os osos polares. Non obstante, como vimos ao longo do seminario e podemos atopar no presente libro, o medio ambiente somos nós. A agricultura, a pesca, a silvicultura achegan unha porcentaxe moi baixa do fluxo normal de riqueza de hoxe en día. Pero aínda que parezan desprezables fronte á riqueza que chega a construción, as máquinas, o transporte, son unha peza pequena pero esencial. Sen elas o resto da riqueza é inútil.

Pódese discutir a seguinte afirmación, pero a riqueza é esencialmente enerxía dispoñible. Durante a historia da humanidade ata hai uns 200 anos, a enerxía viña esencialmente da fotosíntese, en forma de alimento, en primeiro lugar, e de enerxía metabólica de seres humanos e animais de carga de forma secundaria. Esta enerxía permitíanos sobrevivir, cunha pequena cantidade sobrance que recollían algunhas persoas que formaban unhas clases privilexiadas que non eran máis do 1% da humanidade. Hoxe a enerxía sobrance dos combustibles fósiles acumúlase nas persoas de xeito que cada un temos moito máis do que necesitamos para sobrevivir. A suma desas cantidades acumuladas é a riqueza dun conxunto de persoas, e os fluxos desa enerxía almacenada son o que manteñen o sistema social que construímos.

A enerxía é un concepto esencialmente físico. É unha medida do movemento dos corpos, cando estes se moven, ou unha medida da capacidade de producir movemento, cando está en forma de enerxía potencial. Necesitamos enerxía tanto para mantérmonos vivos como persoas como para mantermos funcional o esquema social. A fonte actual desa enerxía sae hoxe dos combustibles carbonados fósiles. Vimos que se seguimos extraendo enerxía destes combustibles acabaremos destruindo o medio ambiente, que é a esencia da nosa capacidade vital.

Estamos, así, ante un dilema importante, e é decisivo para o noso futuro asumir este dilema, non rexeitalo, non pechar os ollos, non lanzar o Prestige ao mar esperando da Virxe que as cousas se resolvan por si soas.

A máxima necesidade agora é aceptar o dilema, afrontalo, asumir a nosa responsabilidade e buscar solucións.

Por volver de novo ao caso do Prestige e como acabo de mencionar, a actitude dos xestores políticos naquel momento foi aquela que produciu e volverá producir o desastre: ante un caso palpable que exixía o recoñecemento do problema e a toma de decisións, as actitudes foron as seguintes:

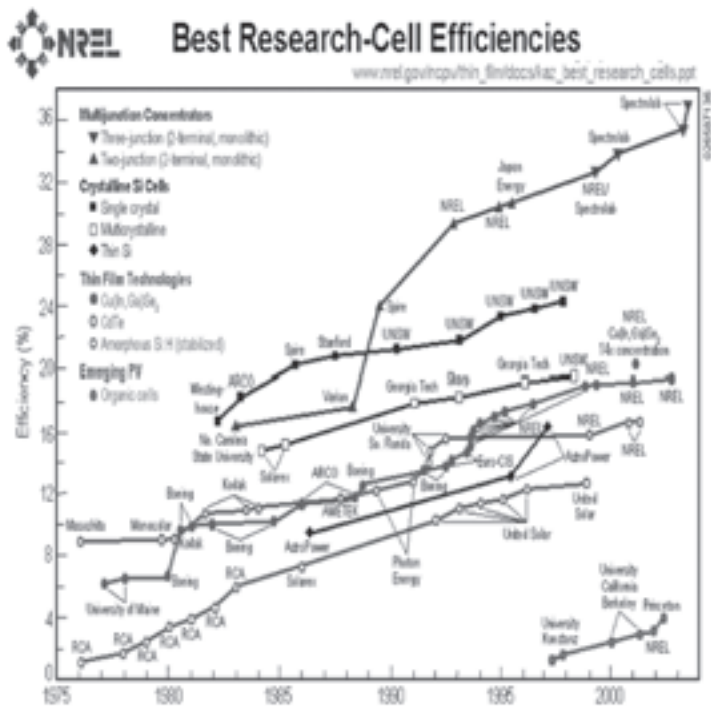
- a) O xestor principal estaba lonxe do seu posto de traballo e non volveu a el para tomar decisións.
- b) Outro xestor, o ministro de Fomento, decidiu, sen aceptar informes científicos, afastar o barco das costas galegas, sen asumir o risco de rotura, cunha esperanza infantil de que as cousas se arranxarían por si soas.
- c) Unha vez roto o barco, ningún dos xestores asumiu a súa responsabilidade, senón que se encolleu de ombros e considerouno como unha acción divina e, polo tanto, fóra da súa competencia.

te células de hidróxeno, ben mediante a súa queima, é unicamente vapor de auga que volve de novo ao océano, o proceso é, na súa esencia, sustentable.

A enerxía solar pódese capturar por cinco procedementos (que coñecemos de momento):

- 1) Utilizando o aire queitado sobre o océano, que é o vento: enerxía eólica.
- 2) Utilizando o aire queitado no chan mediante espellos de maneira que se forme un pequeno tornado que ascende por unha torre alta na que se colocan turbinas.
- 3) Utilizando espellos parabólicos que queitan un fluído orgánico a unha temperatura duns 300 °C, fluído que queita a auga que finalmente move unhas turbinas.
- 4) Mediante fotosíntese activa, de maneira que as plantas seleccionadas produzan aceite e/ou etanol con captura positiva de CO₂.
- 5) Mediante celas fotovoltaicas que producen directamente enerxía eléctrica que se pode utilizar directamente tanto como corrente continua como en forma de corrente alterna, como almacenar en forma de hidróxeno obtido mediante hidrólise con esa corrente continua.

Os rendementos enerxéticos das celas fotovoltaicas son os seguintes:



A maioría delas están por riba do 13%, con algunhas por riba do 16% e outras por riba do 30%.

O prezo das celas fotovoltaicas é alto, por exemplo, en comparación coa enerxía nuclear. ¿Como pode ser isto? A resposta é clara. Durante 40 anos o mundo viviu a guerra fría, unha competición estúpida para obter bombas nucleares cada vez máis potentes. Como calquera investimento en guerras, non se consideraron prezos nin gastos, nin o custo de oportunidade no sentido de pensar de

qué benestar se prescindía ao empregar riqueza para a fabricación de bombas. Froito dun gasto desorbitado foi a xeración de tecnoloxías de refinación do uranio e de construción de centrais a baixo prezo. Se este esquema se repite, agora non para algo tan estúpido como a guerra, senón para obter enerxía dos investimentos, o resultado será, con absoluta seguridade, un abaratamento substancial dos prezos, de maneira que calquera familia poida poñer celas fotovoltaicas nos seus fogares.

Para o resto das enerxías solares os prezos son altamente competitivos coas enerxías actuais, e, posto que deben ser instaladas en zonas rurais afastadas das poboacións, suporán un forte estímulo para a economía rural. Ao mesmo tempo, a posta en marcha de novas tecnoloxías, o esforzo pola produción de hidróxeno, o seu almacenamento, a súa transmisión, o deseño e a fabricación de vehículos de hidróxeno, os talleres de reparación destes, etc., etc., xerarán unha enorme cantidade de postos de traballo de calidade, ben distintos do mero poñer ladrillos uns enriba doutros, que é a principal industria actual do noso país, unha industria que xera un traballo que non necesita cualificación técnica.

Así pois, e resumindo todo o dito, afrontámonos a un desafío considerable en forma de cambio climático, que pode destruír o noso esquema social. Para combatelo é indispensable asumir a súa responsabilidade e asumir que combatelo e, en xeral, manter o medio ambiente no mellor estado posible, é esencialmente manter un nivel de benestar individual superior ao que hoxe se entende por este concepto. Polo tanto, combater o cambio climático e manter o medio ambiente non só non ten un custo de oportunidade, senón que, ao revés, deixar de facelo incorre nun custo deste tipo. Loitar contra o cambio climático é perfectamente posible, e non só iso, senón que é economicamente positivo. Pero exige a toma de conciencia dos xestores públicos, o seu compromiso firme e real, non soamente mediático, por levar adiante as accións necesarias, que só poden ser un cambio moi rápido e radical do paradigma enerxético, substituíndo no prazo de 20 anos os combustibles fósiles por enerxía solar actual e directa e polo vector hidróxeno.

Se o facemos así manteremos e melloraremos substancialmente a nosa calidade de vida e a nosa riqueza. É preciso o compromiso directo e activo de todos, é preciso non desentenderse, non botarlles a culpa a outros, aos anteriores xestores ou aos chineses na outra parte do mundo. O problema é noso, hoxe, agora, aquí. Podémolo resolver, pero témolo que resolver nós: ninguén o fará no noso lugar.

Bibliografía

- Brown; Lester, R.; Renner; Michael; Halweil; Brian (2000). *Signos Vitales*, Worldwatch Institute, Bilbao.
- Drake, Francis. (2000). *Global Warming*, Arnold, Londres.
- Mendelsohn, Robert; Neumann, James, E. (1999). *The impact of Climate Change on the United States Economy*. Cambridge University Press.
- IPCC 2007. Os tres volumes correspondentes á 4ª avaliación, que se publicarán durante o ano 2007, son enormemente interesantes.
- Ruiz de Elvira, Antonio. (2001). *Quemando el futuro*. Editorial Nivola. Madrid.

2. OS INCENDIOS NO OESTE DOS EEUU E O CAMBIO CLIMÁTICO

Autor

Anthony Westeling

1. Introducción

Existe a percepción de que os lumes grandes e severos se incrementaron en múltiples partes do mundo nas décadas recentes, e este incremento asígnase a miúdo ao cambio climático antropoxénico. Non obstante, documentar o incremento en número dos grandes lumes naturais é moi difícil. Isto é así porque, en primeiro lugar, a incidencia do lume natural varía moito por si mesma en escalas de tempo de interanuais a decadais, necesitándose rexistros moi longos para detectar tendencias significativas na actividade deses lumes naturais. En segundo lugar, non existen estes longos rexistros facilmente accesibles que documenten a actividade dos lumes naturais. Cando están dispoñibles tenden a estar afectados por varios problemas. Os rexistros antigos son menos completos que os máis modernos, o que significa que os lumes parecen incrementarse simplemente debido a unha mellora no esquema de rexistro. Os cambios ao longo do tempo nas estratexias e os recursos dispoñibles para xestionar os lumes naturais poden producir tendencias aparentes nos lumes naturais ao cambiar a efectividade e extensión dos métodos de supresión. Cambios na ocupación do territorio e uso do solo poden ter efectos inmediatos e dramáticos sobre o número e as fontes de ignición e na dispoñibilidade e inflamabilidade dos combustibles. A longo prazo, a xestión do lume e os usos do solo que suprimen os lumes superficiais poden levar a cambios na densidade e estrutura da vexetación que alimenta os lumes naturais, cambiando a probabilidade de ocorrencia dun lume grande e/ou severo. Consecuentemente, mentres hai boas razóns para esperar que o cambio climático debe levar a cambios nos lumes naturais, a detección dun sinal do cambio climático nos rexistros históricos de lumes naturais non é posible, habitualmente.

Mentres que historias a longo prazo (en escalas de séculos), e comprensivas de lumes naturais, non están dispoñibles usualmente, podemos, de calquera xeito, utilizar os rexistros dispoñibles para inferir o impacto dos escenarios de cambio climático nos incendios naturais. Onde poden ser compiladas, as historias precisas e comprensivas a curto prazo e documentadas das décadas recentes, analizadas en unión dos datos climáticos e da vexetación, proporcionan información sobre como o lume responde ás variacións do clima.

De xeito similar, reconstrucións de incendios pasados a partir das cicatrices do lume preservadas nas árbores, e a partir de rexistros de carbón vexetal en núcleos sedimentarios, combinadas con reconstrucións do clima pasado a partir de aneis de crecemento, núcleos de xeo, corais e outros rexistradores naturais poden proporcionarnos indicios acerca de como o lume (natural) responde á variabilidade climática. As reconstrucións poden estenderse a períodos moi longos pero non poden dar, usualmente, indicacións claras de tendencias a longo prazo relacionadas co clima nas décadas recentes debido a unha variedade de razóns, incluíndo os efectos dos cambios de uso do solo e da supresión do lume. Non obstante, a partir das relacións observadas entre o clima, a vexetación e os lumes nos rexistros documentais recentes e das reconstrucións dos lumes podemos inferir como deben responder a un clima máis quente os incendios nos diversos puntos do mapa.

O clima, é dicir, a temperatura e a precipitación, inflúen de maneira importante en que se produzan lumes naturais grandes en múltiples escalas de tempo, a través dos seus efectos sobre a dispoñibili-

dade e inflamabilidade dos combustibles. En escalas que van do estacional ao decadal, as medias climáticas e a variabilidade arredor desas medias determinan o tipo, a cantidade e a estrutura da vexetación viva e morta que comprende o combustible dispoñible para ser queimado nun certo lugar (Stephenson, 1998). En escalas de estacionais a interanuais as medias e a variabilidade determinan a inflamabilidade destes combustibles (Westeling e outros, 2003).

En escalas interanuais e máis curtas, a importancia relativa das influencias climáticas sobre a dispoñibilidade do combustible fronte á inflamabilidade poden variar de forma notable segundo o ecosistema e o tipo de réxime do lume (Westeling e outros, 2003). Os efectos da dispoñibilidade de combustible son máis importantes en ecosistemas áridos e con vexetación escasa, mentres que os efectos da inflamabilidade teñen maior influencia en ecosistemas húmidos e densamente poboados. Consecuentemente, os cambios na precipitación dos escenarios de cambio climático poden ter implicacións moito máis diferentes do que poidan telas os cambios na temperatura en termos das características e localización espacial das respostas aos lumes naturais.

Mentres que os modelos do clima válidos para un amplo rango de escenarios plausibles de emisións concordan, polo xeral, en que as temperaturas se incrementarán ao longo do tempo, os cambios na precipitación nos casos de cambio climático tenden a ser moito máis incertos. Consecuentemente, os cambios futuros dos réximes dos lumes naturais nos ecosistemas en que os riscos de lume están afectados fortemente pola precipitación son moito máis incertos. Pola contra, naqueles ecosistemas en que os lumes están esencialmente controlados pola temperatura, é verosímil que o cambio climático conduza a incrementos substanciais destes lumes naturais. Finalmente, ao produciren os cambios no clima cambios na posible cobertura espacial dos tipos de vexetación, os réximes de lume e de vexetación transformaranse de maneira sinérxica.

Mentres que as políticas para mitigar o cambio climático poderían axudar a limitar os cambios nos réximes de lume, de calquera xeito requirirase adaptación, posto que un aumento de temperatura vaise producir en calquera caso. A extinción do lume, a xestión do combustible e as políticas de desenvolvemento (os códigos de xestión do solo e de construcións) son os métodos primarios por medio dos cales se xestionan os riscos de lumes naturais, en orde descendente de importancia. Como medios para adaptarse a un clima máis cálido, esta prioridade debe ser invertida, non obstante, mostrando as políticas de desenvolvemento e a xestión do combustible mellores perspectivas que unha intensificación na extinción de incendios, ao reducir algúns dos impactos económicos do aumento dos riscos de lumes forestais.

A primeira sección deste capítulo utiliza historias de lumes e rexistros climáticos do oeste dos EEUU para demostrar algunhas interaccións importantes entre o clima, a vexetación e os lumes naturais. Proxectar como van provocar os lumes naturais un clima máis cálido require unha comprensión dos controis climáticos tanto sobre os lumes como sobre a vexetación que se queima, xa que, como dixemos, ambos cambian de maneira sinérxica ao cambiar o clima. Utilizamos aquí os ecosistemas do oeste dos EEUU como exemplo das interaccións clima-vexetación-lumes, pero recoñecemos que estes ecosistemas non cobren o rango completo das posibilidades globais.

Con todo, serven ben para ilustrar como o clima afecta ao lume a través dos seus efectos sobre a vexetación. E na segunda sección extrapolamos estas relacións a algúns ecosistemas importantes fóra da rexión, cunha revisión breve da bibliografía recente sobre as relacións entre clima e lumes naturais nos bosques boreais de Canadá, Alaska e Siberia, e nos bosques tropicais do Amazonas. A sección 3 discute as implicacións desas interaccións clima-vexetación-lumes nos escenarios previsibles de clima. A sección cuarta conclúe cun resumo de implicacións para as políticas contra incendios.

2. Interacción entre clima, vexetación e lumes no oeste dos EEUU

O tipo de vexetación que pode crecer nun sitio determinado vén condicionado pola dispoñibilidade de humidade, que é unha función tanto da precipitación (vía o seu efecto sobre a subministración de auga) como da temperatura (vía o seu efecto sobre a demanda evaporativa de auga) (Stephenson, 1998). Como resultado, a distribución espacial dos tipos de vexetación está fortemente correlacionada coas medias a longo prazo de precipitación e temperatura.

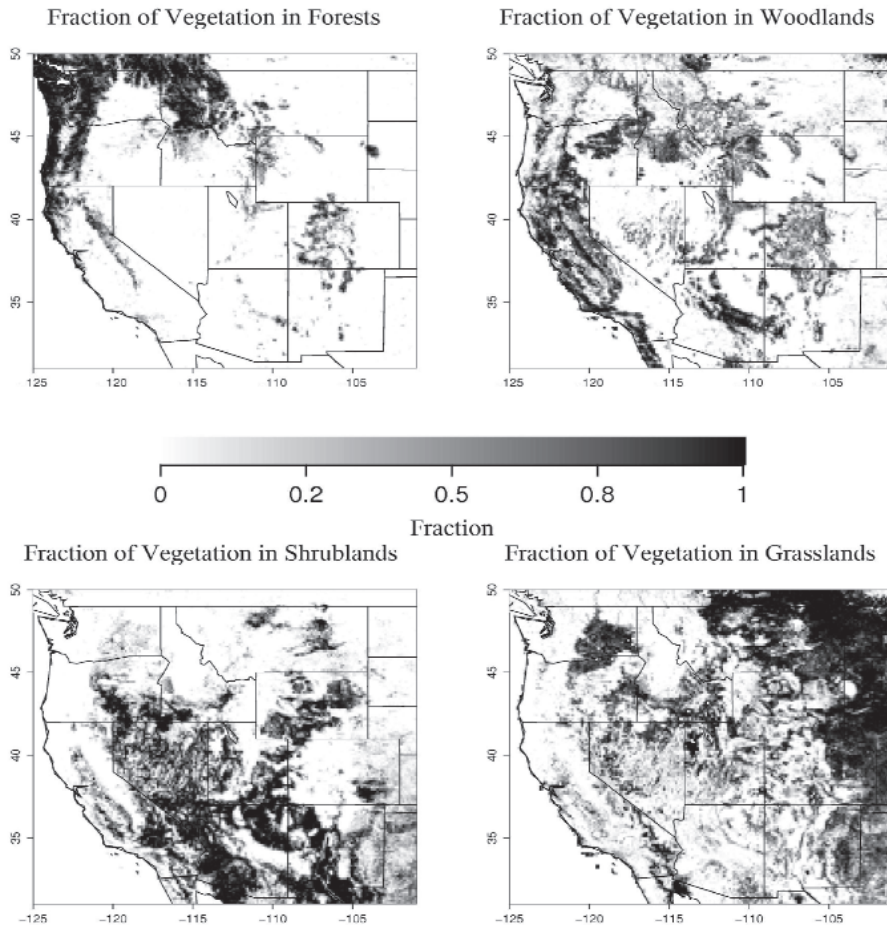


Figura 1.- Fracción de área con vexetación no oeste dos EEUU cuberta con cada un dos catro tipos de vexetación mencionados no texto, nunha malla de 1/8 de grao, utilizando a clasificación de vexetación da Universidade de Maryland cun axuste fraccionario, a partir do North American Land Data Assimilation Sstem. Arriba esqda.: bosque (perenne, caducifolio e mixto). Arriba dta.: zonas arboradas (árbores en zonas herbáceas e arbustivas). Abaixo esqda.: zonas arbustivas (arbustivas abertas e cerradas). Abaixo dta.: zonas herbáceas. (Mitchell e outros, 2004)¹.

¹ Utilizamos o Land Data Assimilation Sistema (LDAS) con 1/8 de grao de malla da capa de vexetación, utilizando a clasificación desta da Universidade de Maryland cun axuste fraccionario de vexetación (UMDvf) (ver Mitchell e outros, 2004). Derivamos catro tipos xerais de vexetación a partir da clasificación da UMDvf: bosque (cubertas perennes, caducas e mesturadas), zonas arboradas (cubertas de zonas arboradas e arboradas con herba/arbustos), arbustivas (cubertas abertas e cerradas de arbustos) e herbáceas (cubertas herbáceas). A figura 1 amosa a fracción de área con vexetación en cada cela da rede de 1/8° composta por eses tipos vexetais (Mitchell e outros, 2004).

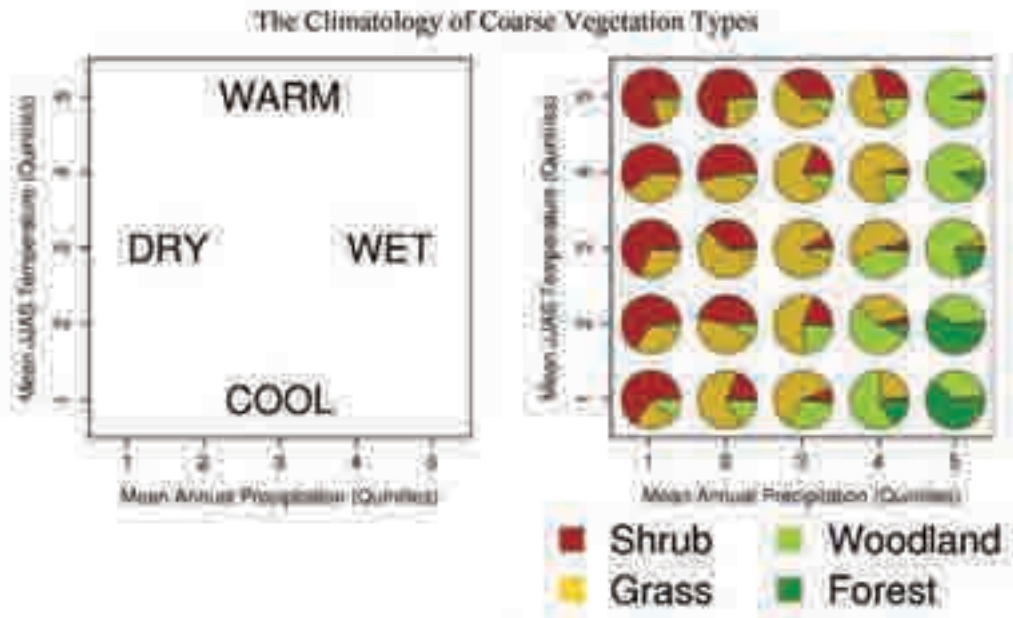


Figura 2.- Fraccións medias da clasificación de vexetación para bosques, zonas arboradas, arbustivas e herbáceas, representadas para todas as celas de 1/8 de grao en cada quintil de precipitación anual e temperatura de verán para os estados contiguos do oeste dos EEUU. Os bosques e as zonas arboradas están concentrados nas rexións máis frías e/ou húmidas, mentres que as zonas herbáceas e arbustivas tenden a estar nas rexións secas e máis cálidas. Esquerda: quintís da temperatura de verán (eixe dos y) e precipitación (eixe dos x) para o oeste dos EEUU. Dereita: cada torta mostra a cuberta fraccionaria de vexetación para as terras correspondentes a un par de quintís de temperatura e precipitación.

Os bosques concéntranse nas partes dos EEUU onde hai a maior precipitación anual media e a menor temperatura de verán. Ao contrario, a maior concentración de arbustos ocorre onde a chuvia é mínima e as temperaturas altas. Entre eses extremos hai un gradiente de bosque a zonas arboradas, a zonas herbáceas e a arbustivas con axustes evidentes de temperatura e precipitación. Isto é así porque as temperaturas máis altas producen unha maior evaporación, reducindo a humidade dispoñible para as plantas². Os tipos de vexetación que requiren grandes cantidades de auga son, consecuentemente, sensibles tanto á temperatura como á precipitación. As zonas arboradas, por exemplo, poden ocorrer con altas temperaturas sempre que haxa precipitación suficiente, pero en rexións onde a precipitación é máis moderada as zonas arbustivas tenden a ser máis abundantes en lugares con temperaturas de verán máis baixas (figura 2b).

A resposta dos réximes de lume, en cada posición, á variabilidade interanual do clima varía de maneira consistente cun conxunto de hipóteses empregadas comunmente acerca da relativa importancia

² Stephenson, 1998.

da dispoñibilidade de combustible fronte á inflamabilidade nos diversos tipos de vexetación. Na súa forma máis sinxela, estas hipóteses poden resumirse da seguinte maneira: (1) a dispoñibilidade de combustible convértese nun factor limitante da actividade dos lumes cando decrecen tanto a dispoñibilidade de humidade como a biomasa; (2) a inflamabilidade do combustible convértese nun factor limitante cando crecen a humidade media e a biomasa³. Estas hipóteses teñen un sentido intuitivo: as condicións húmidas que promoven unha maior biomasa tenden, de media, a reducir a inflamabilidade do combustible, mentres que as condicións secas que promoven escasa biomasa implican alta inflamabilidade na maioría dos anos.

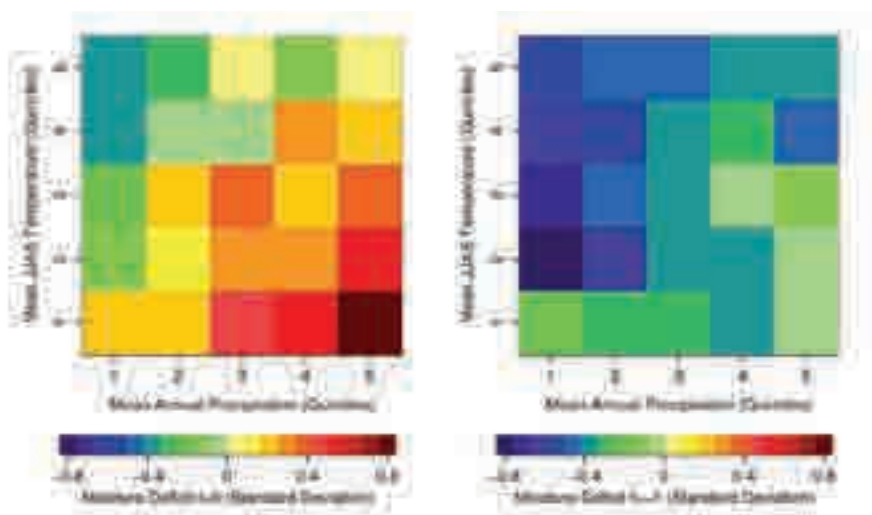


Figura 3.- Desviacións das condicións por termo medio de seca no ano do lume (á esquerda) e un ano antes, para máis de 8.000 lumes no oeste dos EEUU. As condicións de seca están representadas mediante os déficits da humidade acumulada e normalizada nun ano hidrolóxico, mediadas para os lumes en rexións cuxas precipitación media (a longo prazo) anual e temperatura media (a longo prazo) de verán corresponden aos quintís da precipitación e temperatura de verán do oeste dos EEUU. Os déficits normalizados de humidade están mostrados como desviacións estándar da media.

Para o noso exemplo do oeste dos EEUU, amosamos un índice de condicións de seca (déficit de humidade) para os lumes naturais grandes (lumes con máis de 200 ha de superficie queimada) durante a estación en que arderon (figura 3a) e no ano anterior a iso (figura 3b), representándoas de novo polas súas medias de precipitación anual e de temperatura de verán a longo prazo⁴. Os déficits de humi-

3 Ver, p. ex., Swetnam e Betancourt, 1998; Veblen e outros, 2000; Westeling e outros, 2003; Westeling e outros, 2006.

4 O índice de condicións de seca utilizado aquí defínese como o déficit anual de humidade, mediado, normalizado e acumulativo. O déficit de humidade é a diferenza entre a humidade que podería evaporarse desde os solos e a vexetación baseada na temperatura observada (a evapotranspiración potencial) e a evaporación real limitada pola humidade dispoñible (evapotranspiración real). É un indicador máis fiable da tensión de seca nas plantas que outras moitas medidas hidrolóxicas, e incorpora de forma clara os equilibrios entre temperatura e precipitación que determinan a humidade dispoñible para as plantas (ver Stephenson, 1998).

Utilizamos os déficits de humidade acumulativos ao ano hidrolóxico (de outubro a setembro) para representar a tensión de seca tamén acumulativa durante a estación do lume, que é usualmente o verán na rexión en estudo. Para boa parte do oeste dos EEUU a cantidade principal de precipitación cae en outono, inverno e primavera, na vez de en verán, de forma que o ano hidrolóxico, que comeza en outubro, é o adecuado para capturar os efectos das variacións na subministración de auga dese ano. Ao normalizar o déficit de humidade obtemos unha medida das desviacións das condicións medias que pode ser comparada dunhas zonas a outras.

dade media no momento do descubrimento de lumes intensos son máis intensos nas localidades frías e húmidas con tipos de vexetación principalmente bosques e zonas arboradas (figura 3a). Isto é, as localidades coa maior dispoñibilidade de humidade media e maior biomasa teñen a maior cantidade de lumes cando as situacións son moito máis secas do normal. Isto é coherente coa hipótese de que a inflamabilidade do combustible é o factor máis importante que determina a variabilidade interanual do risco de lume nesas zonas.

Pola contra, os déficits de humidade eran algo máis reducidos do normal no momento do descubrimento do lume nas localidades máis cálidas e secas que estaban recubertas principalmente de vexetación arbustiva. Isto indica que os lumes nas localidades máis quentes e secas tenden a ocorrer en anos relativamente húmidos. A condicións húmidas nesas zonas estimulan o crecemento de herbas e malas herbas que axiña secan no moi quente verán da estación seca típica delas⁵, proporcionando unha carga de combustibles finos que poden promover a ignición e a propagación de lumes de grande amplitude espacial. Este patrón concorda coa hipótese de que a dispoñibilidade de combustibles finos é o factor que limita o risco nas zonas áridas con menos biomasa⁶.

Os límites de humidade no ano anterior ao incendio (figura 3b) indican unha humidade maior que nas condicións normais para unha gran parte dos EEUU, particularmente para aquelas áreas con menor precipitación anual, que son, esencialmente, zonas herbáceas e arbustivas. De novo, a tendencia dos lumes a seguir a anos húmidos concorda coa idea de que a variabilidade inducida polo clima sobre a dispoñibilidade de combustible é a que controla o risco de grandes lumes nas zonas de menos biomasa e máis aridez⁷. Debemos sinalar que as rexións coas condicións máis húmidas por termo medio o ano do incendio (esquina superior esquerda da figura 3a) non mostran un sinal de humidade tan forte un ano anterior ao lume como o fan as rexións que son algo máis frías (a parte superior esquerda fronte á parte central esquerda da figura 3b). Isto pode ter que ver cos efectos da temperatura de verán sobre o tempo que necesita a vexetación para secar o suficiente para poder arder. Os combustibles fósiles finos que creceron en zonas cálidas son máis susceptibles de arder o mesmo ano, mentres que en zonas máis frías pode haber un equilibrio entre os efectos da humidade sobre a dispoñibilidade e a inflamabilidade, o que resultaría en espazos de tempo máis amplos entre o crecemento, o proceso de secado e o incendio da vexetación.

Debemos sinalar tamén que o cambio medio da humidade no ano anterior ao incendio nas áreas de bosque ten un efecto desprezable (figura 3b), implicando que os efectos da humidade sobre a produción de combustible non son importantes nesas rexións en escalas de tempo interanuais. A maior cantidade de biomasa dispoñible nesas áreas de bosque (onde a canopia é maior do 60%) implica que o efecto incremental dun ano de crecemento sobre a carga de combustible é desprezable.

Para resumir a discusión realizada ata aquí, os controis climáticos (temperatura e precipitación) sobre o tipo de vexetación (bosque, zonas arboradas, etc.) determinan amplamente a carga de biomasa dunha certa rexión, e a sensibilidade da vexetación nesa zona á variabilidade interanual da humidade dispoñible. Isto, pola súa vez, controla en cada rexión a resposta do réxime de lumes á variabilidade interanual de humidade dispoñible para o crecemento e a humidificación dos combustibles. As

5 Osmond e outros, 1990.

6 Un factor que introduce complicacións é que en zonas cun monzón de verán activo os lumes se inician polos raios secos a principio de verán e se apagan polas chuvias do monzón algo máis tarde durante a estación. Unha maior actividade do lume pódese asociar cun número máis elevado de raios, o que, pola súa vez, pode estar asociado a unha precipitación subseguinte. Neste caso, as condicións húmidas poderían indicar tamén lumes asociados cun monzón activo, máis ben que cun inverno húmido inmediatamente precedente á estación dos lumes.

7 Neste caso, asociacións entre as ignicións por raios e a precipitación non representan un papel debido ao longo intervalo de avance (un ano) entre a humidade por riba da media e a aparición dun gran lume.

áreas máis frías e húmidas teñen maior biomasa e alí os lumes tenden a ocorrer nos anos secos. As áreas máis cálidas e secas tenden a ter menos biomasa e alí os lumes tenden a ocorrer tras un ou máis anos húmidos.

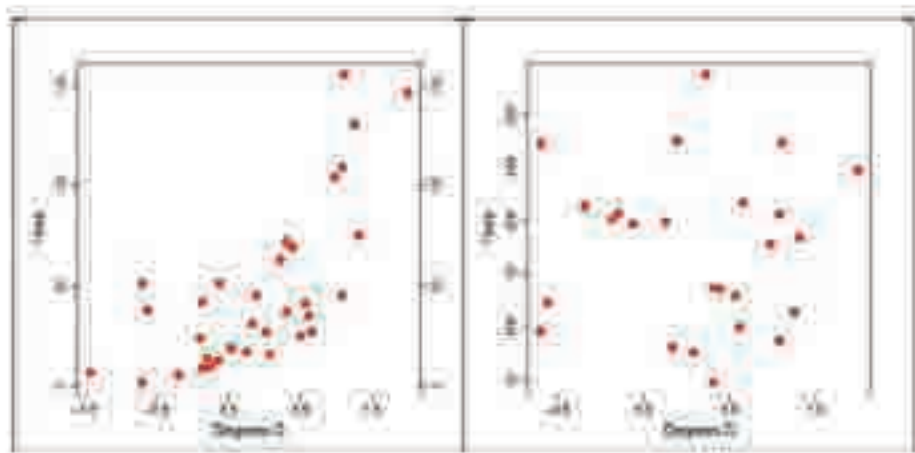


Figura 4.- a) Representación en dispersión do número anual de lumes forestais maiores de 200 ha, fronte á temperatura media de primavera e verán no oeste dos EEUU (oficinas do servizo forestal, o servizo de parques e o de asuntos indios sobre os anos 1972-2004). Indícanse só os lumes producidos unicamente en áreas de bosque. b) Representación en dispersión do número anual de lumes non forestais maiores de 200 ha, fronte á temperatura media de primavera e verán no oeste dos EEUU (oficinas do servizo forestal, o servizo de parques, o de asuntos indios e a oficina de xestión do solo, sobre os anos 1980-2004). Indícanse só os lumes producidos unicamente en áreas carentes de bosque.

Unha consecuencia importante, desde o punto de vista do cambio global, desta variabilidade da resposta do réxime de lume ao clima é que os lumes naturais son moito máis sensibles á variabilidade da temperatura nunhas rexións que noutras. No oeste dos EEUU as zonas frías, húmidas, boscosas, tenden a localizarse en posicións altas e de maior latitude (figura 1a) onde a neve pode representar un papel importante á hora de determinar a dispoñibilidade de humidade estival⁸. Temperaturas de primavera e verán maiores do normal teñen neses bosque un impacto dramático sobre os lumes naturais, cun incremento altamente non lineal no número de lumes grandes por riba dun certo limiar de temperaturas (figura 4a). Un estudo recente de Westeling e outros (2006) concluíu que este incremento é debido a un desxeo de primavera máis temperán e unha estación seca de verán máis longa nos anos cálidos⁹. Encontramos que os anos cunha chegada temperá da primavera corresponden á maioría dos lumes naturais no oeste dos EEUU (56% dos lumes forestais e 72% da superficie queimada, por contraposición co 11% dos lumes e o 4% da superficie nos anos de primaveras serodias). Este efecto do tempo da chegada da primavera encontrouse especialmente sinalado nos bosques de altas latitudes e medias elevacións (1.680 a 2.590 m) das Rochosas do norte¹⁰, o que corresponde ao 60% do incremento dos incendios no oeste dos EEUU desde 1970 e os primeiros anos dos 80. Os bosques de alturas máis elevadas da mesma rexión xeral foron illados deses efectos ata certo punto pola humidade dispoñible, mentres que elevacións menores teñen unha estación seca normal máis longa de media e, consecuentemente, son menos sensibles aos cambios na chegada da primavera.

8 Sheffield e outros, 2004.

9 Westeling e outros, 2006.

10 Nórdico desde un punto de vista centrado nos EEUU. As Rochosas canadenses están máis ao norte.

Pola contra, o número de incendios grandes nas zonas arbustivas e herbáceas do oeste dos EEUU non ten correlación significativa coas temperaturas medias de primavera e verán (figura 4b). No oeste dos EEUU estes tipos de vexetación tenden a ocorrer en elevacións menores e máis baixas latitudes e consecuentemente non teñen tanta neve nin auga no solo durante tanto tempo coma os bosques das Rochosas do norte ou os bosques de maiores elevacións da Serra Nevada ou as Rochosas de Colorado. O efecto incremental de temperaturas maiores sobre a duración e intensidade das secas de verán é menos pronunciado en áreas con pouca ou ningunha neve sobre o solo durante a maior parte do ano e, como xa mencionamos, os lumes naturais neses tipos de vexetación tenden a estar máis limitados pola dispoñibilidade de combustible que pola inflamabilidade.

Dada a importancia da dispoñibilidade de combustible, a humidade dispoñible durante a estación de crecemento é unha consideración importante pero probablemente menos afectada polas temperaturas de primavera e verán que pola variabilidade da precipitación.

3. As interaccións entre o clima, a vexetación e os lumes naturais fóra do oeste dos EEUU

Mentres os exemplos presentados arriba se derivaron para o oeste dos EEUU, as relacións entre clima, vexetación e lumes que describen non son únicos para esa rexión. As influencias sobre os lumes en todos os lugares implican equilibrios entre a dispoñibilidade de combustible e a inflamabilidade deste, coas características da vexetación local e o clima determinando a importancia relativa de abundancia de combustible fronte á inflamabilidade en escalas temporais diferentes. Aquí discutimos brevemente algúns exemplos adicionais a partir das publicacións sobre lumes nos bosques boreais e tropicais.

O lume nos bosques boreais de Canadá está asociado con anomalías positivas de temperatura e condicións secas causadas por sistemas persistentes de altas presións na alta atmosfera¹¹. De maneira non moi diferente do que ocorre nas Rochosas do norte, os bosques boreais de Canadá son outro exemplo de réximes de lume limitados pola inflamabilidade e alta biomasa, onde a seca e as temperaturas altas incrementan o risco de lumes grandes, pero a humidade previa non ten un impacto significativo sobre a dispoñibilidade de combustible en escalas temporais e máis curtas. Os impactos do desexo temperán sobre os lumes dos bosques boreais do Canadá non foron documentados.

Goldhammer e Price (1998) sinalan que a temperatura “non é necesariamente un factor crítico que pode influenciar os lumes de bosques e sabanas nun contorno tropical, que está caracterizado por altas temperaturas diúrnas de calquera forma”. Anos recentes moi activos respecto aos lumes nos bosques tropicais do sueste asiático, México e a bacía amazónica téñense asociado coas condicións de El Niño no océano Pacífico, que trae unha precipitación diminuída a esas tres rexións¹². De forma similar aos bosques boreais e aos bosques de montaña do oeste dos EEUU, a inflamabilidade do combustible é un factor importante nos riscos de lume nos bosques tropicais. Pero, de xeito diferente ao que ocorre nas altas latitudes, as anomalías de temperatura non son importantes. Mentres que a redución de precipitación pode representar un papel no incremento dos riscos de incendio dos bosques tropicais, boreais e das montañas do oeste dos EEUU, os seus efectos son probablemente máis inmediatos sobre os bosques tropicais debido ás altas temperaturas destes.

11 Ver Girardin e outros (en prensa) para un resumo que cita a Newark, 1975; Johnson e Wowchuk, 1993; Brasie e Johnson, 1995; Skinner e outros, 1999 e 2002; ver tamén Flannigan e Harrington, 1988.

12 Roman-Cuesta, Gracia e Retana, 2002; Schimel e Baker, 2002; Nepstad e outros, 2004.

4. Implicacións do cambio climático

É verosímil que os efectos directos do cambio climático antropoxénico sobre os lumes naturais varíen considerablemente de acordo cos tipos actuais de vexetación e de se a actividade do lume depende realmente máis da inflamabilidade ou da dispoñibilidade do combustible. A longo prazo, o cambio climático ha producir tamén unha nova distribución espacial dos tipos de vexetación, implicando que as transicións a diferentes réximes de lume ocorrerán en zonas con cambios substanciais de vexetación.

O cambio climático producirá temperaturas máis altas e secas máis intensas e frecuentes. Naqueles bosques onde o lume é moi sensible ás variacións de temperatura, o resultado máis verosímil é un incremento da frecuencia de etapas do lume moi activas e o incremento do número de lumes grandes.

Os cambios na precipitación, combinados con temperaturas en aumento, deben ter efectos distintos nos lumes de ecosistemas diferentes. Nos bosques tropicais, por exemplo, unha precipitación en diminución produciría un incremento nos lumes. Ao revés, unhas temperaturas máis altas e unha precipitación en diminución poderían resultar nunha actividade diminuída do lume nalgúns réximes secos, nos que este está limitado pola dispoñibilidade de combustible, posto que a redución de humidade dispoñible para soportar o crecemento de combustibles finos leva a menos biomasa e unha cuberta daqueles menos densa. En ambos os casos, incrementos en precipitación poden vir compensados por aumentos nas demandas evaporativas debidas a temperaturas máis altas.

A dirección xeral e os patróns espaciais da precipitación baixo diversos escenarios de cambio climático varían considerablemente dunhas a outras simulacións e modelos xerais de circulación. Nos ecosistemas onde as influencias climáticas dos riscos do lume están dominadas polos efectos das precipitacións, isto implica aínda unha maior incerteza verbo dos impactos do cambio climático sobre o lume nesas rexións.

5. Implicacións sobre as políticas

Necesítanse urxentemente políticas efectivas para a mitigación do cambio climático a escalas locais, nacionais e internacionais, e estas políticas axudarían a limitar a extensión e a velocidade dos cambios na vexetación e os lumes naturais. Non obstante, mesmo os escenarios climáticos con reducións rápidas das emisións globais de gases traza proxectan incrementos na temperatura substancialmente maiores que os observados nas recentes décadas e que foron asociados a incrementos substanciais da actividade do lume nalgúns ecosistemas. As estratexias para a adaptación a un mundo máis quente necesitan considerar os impactos do cambio climático sobre os lumes naturais.

Hoxe en día as estratexias primarias para xestionar os riscos de lumes naturais poden repartirse en tres categorías: a supresión do lume, a prevención e o incremento da resistencia a el. A supresión implica a extinción activa dos lumes (bombeiros). As medidas de prevención buscan reducir o número de lumes grandes e os seus impactos económicos e ecolóxicos mediante, en primeiro lugar, a xestión da vexetación (redución mecánica da densidade de madeira, lumes controlados e devasas) e a redución da ignición (controis sobre queimas, peche de parques, avisos e campañas de educación, etc.). A resistencia ao lume refírese a medidas deseñadas para reducir o impacto dos lumes naturais sobre as estruturas, e a deseñar estruturas para xestionar os lumes naturais de maneira segura e eficaz. Estas medidas inclúen ordenanzas de zonificación para reducir a extensión de desenvolvemento do lume en áreas susceptibles, e regulacións para aumentar a habilidade das estruturas para resistir o lume (materiais resistentes, barreiras térmicas, perímetros nus, paisaxismo resistente ao lume, etc.).

As nacións desenvolvidas dedican recursos considerables á supresión dos lumes naturais, e as tecnoloxías empregadas evolucionaron na súa sofisticación ao longo do século pasado. Non obstante, estas tecnoloxías de supresión deixan aínda de ser efectivas baixo as condicións climáticas que promoven a extensión rápida dos lumes naturais. Mentres carezamos de desenvolvementos tecnolóxicos revolucionarios, ¿canto ten de verosímil que investimentos adicionais na tecnoloxía de supresión poidan reducir os riscos futuros do lume nun mundo máis quente? Aínda máis, supoñendo que puidesen empregarse máis eficientemente novas tecnoloxías para a supresión de incendios, as consecuencias ecolóxicas desta clase de intervencións poderían ter tamén efectos indesexables, reducindo a actividade do lume a curto prazo pero incrementando os riscos a longo prazo ao contribuíren ao aumento dos combustibles en réximes limitados noutras circunstancias. Isto converteuse nun problema nos bosques de piñeiro ponderosa na Serra Nevada e no sudoeste dos EEUU debido á supresión de incendios e os usos do solo (tales como o pastoreo do gando) ao longo do século xx.

Por outra banda, se os lumes puidesen ser suprimidos con efectividade, isto podería ser unha acción desexable nos ecosistemas de bosque naturalmente denso, onde os períodos naturais de retorno do lume eran a norma previa, se o resultado do cambio climático fose que eses bosques non se rexenerasen tras os lumes e que unha parte substancial do carbono almacenado neles fose liberado cara á atmosfera.

Entre as estratexias de prevención, a xestión dos combustibles é verosímil que continúe sendo unha ferramenta importante para construír elementos de protección en torno ás comunidades con risco de lumes naturais, e para reducir a severidade dos lumes naturais nas zonas onde os bosques acumularon biomasa debido á supresión do lume e aos cambios nos usos do solo. Aclarar bosques que están, de forma natural, densamente vexetados pode, non obstante, non reducir os riscos de lumes naturais. Na bacía amazónica, por exemplo, o rareo dos bosques seca o resto da vexetación e incrementa o risco de lumes e da conversión dos bosques.

As estratexias de resistencia ao lume poderían contribuír a unha diferenza substancial no impacto económico dos lumes naturais nun mundo máis cálido ao reducir as perdas de capital asociadas con lumes naturais catastróficos. Ao reducir a necesidade de protexer activamente estruturas durante un lume natural, estas medidas podían liberar recursos dedicados á supresión, recursos que poderían ser empregados mellor en protexer zonas e sistemas con valores culturais e de conservación natural. Todas estas medidas (supresión, prevención e aumento da resistencia ao lume) téñense destacado en diversos graos arredor do mundo. En sitios como o oeste dos EEUU, onde hai unha interface crecente e substancial entre as zonas naturais e urbanas en áreas susceptibles de incendios, as estratexias de aumento de resistencia ao lume son as que presentan a mellor promesa de reducir o impacto económico dos lumes naturais nun clima cambiado, pero teñen unicamente unha aplicabilidade limitada para preservar os valores do ecosistemas e dos recursos naturais.

6. Conclusión

Os efectos do cambio climático sobre os incendios dependerán de como os climas pasados e presentes se combinaron coas accións humanas para formar os ecosistemas actuais. O clima controla a distribución espacial de vexetación, e a interacción desa vexetación e a variabilidade climática determinan en gran medida a dispoñibilidade e inflamabilidade da vexetación viva e morta que alimenta os lumes naturais. Nos ecosistemas de bosques húmidos, onde a inflamabilidade é o factor limitante á hora de determinar os riscos de lume, os aumentos antropoxénicos de temperatura levarán a un incremento da actividade do lume.

Nos ecosistemas secos, onde os riscos do lume están limitados pola dispoñibilidade de combustible, unhas temperaturas máis quentes non necesariamente producirán un incremento do risco de maneira significativa. Temperaturas máis cálidas e unha maior evaporación poden, nalgúns rexións, reducir os riscos de lume se o seu resultado é un crecemento reducido de herbas e outra vexetación de superficie que proporciona a cuberta continua de combustible necesaria para que os lumes grandes se estendan. O efecto do cambio climático sobre a precipitación é tamén unha das maiores fontes de incerteza para os réximes de lume limitados pola dispoñibilidade de combustible. Non obstante, nalgúns zonas eses son os mesmos ecosistemas onde a supresión de incendios e os usos do solo que reducen a actividade do lume a curto prazo levaron a cargas de combustible incrementadas hoxe, ao se teren convertido as zonas arboradas abertas en bosques densos, incrementando no futuro inmediato o risco de lumes grandes e difíciles de controlar con impactos ecolóxicos severos. Así, o impacto a longo prazo de diversas actividades humanas foi incrementar os riscos de incendios naturais grandes en moitas zonas de maneira que non poden ser facilmente invertidas.

Incluso se se adoptase agora unha acción temperá para reducir as futuras emisións de gases traza á atmosfera, a herdanza das concentracións atmosféricas crecentes destes gases significa que o risco de grandes incendios se manterá alto e se continuará incrementando en moitos bosques. Consecuentemente, as sociedades terán que adaptarse.

Dado que a escala de tempo para o cambio climático se estende ao longo de décadas e séculos cara ao futuro, é importante considerar estratexias de desenvolvemento que reducen a vulnerabilidade económica das sociedades aos lumes naturais. Colocando menos estruturas nas zonas onde os riscos de lume son altos e crecentes, e tomando medidas para incrementar a habilidade das estruturas para resistir o lume, as perdas de capital debidas ao lume poden ser reducidas.

Bibliografía

- Allen, C.D. et al. Ecological Restoration of Southwestern Ponderosa Pine Ecosystems: A Broad Perspective". *Ecol. Appl.* 12, 1418-1433 (2002).
- Bessie WC, EA Johnson (1995). "The relative importance of fuels and weather on fire behavior in subalpine forests in the southern Canadian Rockies". *Ecology* 26, 747-762.
- Cochrane (2003) "Fire science for rainforests", *Nature* 421:913-919.
- M.D. Dettinger (2006) "A Component-Resampling Approach For Estimating Probability Distributions From Small Forecast Ensembles," *Climatic Change*.
- M.D. Flannigan and J.B. Harrington (1988). "A Study of the Relation of Meteorological Variables to Monthly Provincial Area Burned by Wildfire in Canada (1953–80)", *Journal of Applied Meteorology*, 27: 441–452.
- N.P. Gillett, A.J. Weaver, F.W. Zwiers, M.D. Flannigan (2004). "Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires", *Geophysical Research Letters* 31.
- M.P. Girardin, Y. Bergeron, J.C. Tardif, S. Gauthier, M.D. Flannigan, M. Mudelsee (2007). "A 229 year dendroclimatic-inferred record of forest fire activity for the Boreal Shield of Canada", *International Journal of Wildland Fire*, in press.

- Goldammer, J.G. and Price C. "Potential impacts of climate change on fire regimes in the tropics based on MAGICC and a GISS gcm-derived lightning model". *Climatic Change* 39 273-296 (1998).
- Johnson E.A., Wowchuck D.R. (1993) "Wildfires in the southern Canadian Rockies and their relationship to mid-tropospheric anomalies". *Canadian Journal of Forest Research*, 23, 1213-1222.
- W.F. Laurance, et al (2002). "Ecosystem Decay of Amazonian Forest Fragments: a 22-Year Investigation" *Conservation Biology* 16 (3), 605-618.
- K.G., Logan K.A., Martell D.L., Skinner WR (2003). "Large forest fires in Canada, 1959-1997". *Journal of Geophysical Research* (D Atmos.) 108, 8149.
- Mitchell, K.E. et al (2004), The multi-institution North American Land Data Assimilation System (NLDAS): Utilizing multiple GCIIP products and partners in a continental distributed hydrological modeling system, *J. Geophys. Res.*, 109, D07S90.
- D. Nepstad et al (2004). "Amazon drought and its implications for forest flammability and tree growth: a basin-wide analysis". *Global change biology* 10(5):704-717. 2004
- Newark M.J. (1975). "The relationship between forest fire occurrence and 500 mb longwave ridging" .. *Atmosphere* 13, 26-33.
- Osmond, C.B., L. F. Pitelka, and G. M. Hidy (Eds.), (1990). *Plant Biology of the Basin and Range*. Ecological Studies 80, Springer-Verlag, 375 pp.
- Roman-Cuesta, Gracia and Retana (2002) *Ecological Applications*, vol 13, no 4, pp. 1177-1192.
- Schimel, D. & Baker, D. "The wildfire factor". *Nature* 420, 29-30 (2002).
- J. Sheffield, G. Goteti, F. H. Wen, E. F. Wood, *J. Geophys. Res.* 109, D24108 (2004).
- Skinner W.R., Stocks B.J., Martell D.L., Bonsal B, Shabbar A (1999). "The association between circulation anomalies in the mid-troposphere and the area burned by wildland fire in Canada". *Theoretical and Applied Climatology*, 63, 89-105.
- Skinner W.R., Flannigan M.D., Stocks B.J., Martell D.L., Wotton B.W., Todd J.B., Mason J.A., Logan K.A., Bosch E.M. (2002). "A 500-hPa synoptic wildland fire climatology for large Canadian forest fires, 1959-1996". *Theoretical and Applied Climatology*, 71, 157-169.
- Amber J. Soja et al (2007) Climate-induced boreal forest change: Predictions versus current observations, *Global and Planetary Change*, in press.
- Stephenson, N.L. Climatic control of vegetation distribution: the role of the water balance. *Am. Nat.* 135, 649-70 (1990).
- Stephenson, N.L. Actual evapotranspiration and deficit: biologically meaningful correlates of vegetation distribution across spatial scales. *J. Biogeog.* 25, 855-870 (1998).
- Stocks, B.J.; Mason, J.A.; Todd, J.B.; Bosch, E.M.; Wotton, B.M.; Amiro, B.D.; Flannigan, M.D.; Hirsch, K.G.; Logan, K.A.; Martell, D.L.; Skinner, W.R. 2002. "Large forest fires in Canada", 1959-1997. *JGR - Atmospheres*.108(D1) art. no. 8149.
- Swetnam, T.W. and J.L. Betancourt, (1998). "Mesoscale Disturbance and Ecological Response to Decadal Climatic Variability in the American Southwest". *Journal of Climate*, 11, 3128-3147.
- Veblen T.T, Kitzberger T., Donnegan J., (2000). "Climatic and human influences on fire regimes in ponderosa pine forests in the Colorado Front Range". *Ecological Applications*. 10, 1178-1195.
- Westerling, A.L. and B.P. Bryant (2007). "Climate Change and Wildfire in California", *Climatic Change*, in press.
- Westerling, A.L., H.G. Hidalgo, D.R. Cayan, T.W. Swetnam (2006). "Warming and Earlier Spring Increases Western U.S. Forest Wildfire Activity". *Science*, 313: 940-943.
- Westerling, A.L., T.J. Brown, A. Gershunov, D.R. Cayan and M.D. Dettinger, (2003). "Climate and Wildfire in the Western United States," *Bulletin of the American Meteorological Society*, 84(5) 595-604.

3. UNHA POLÍTICA FORESTAL PARA A LOITA CONTRA INCENDIOS FORESTAIS EN CASTILLA Y LEÓN

Autor

Mariano Torre

1. O problema e as súas causas

O fenómeno dos incendios forestais, a pesar da preocupación que cada verán xeran na sociedade española, é un asunto moi mal coñecido.

Difícilmente poderemos adoptar decisións correctas sobre calquera fenómeno se ignoramos a súa raíz, e as causas dos incendios forestais permaneceron ocultas durante décadas en España. A pesar de que calquera habitante rural sabe o que pasa, os líderes de opinión urbanos crearon a súa realidade virtual e os medios de comunicación transmitírona. Por iso as causas permaneceron ocultas, como cubertas co traxe invisible do conto *O traxe novo do emperador*, de Andersen.

Como consecuencia, non se puido traballar sobre a súa base causal xa que é ficticia e só se traballou sobre os seus efectos dunha maneira apresurada e pouco reflexiva, xa que a maior parte das decisións se tomaron despois de sucesos catastróficos, adoptando estratexias que, paradoxalmente, bloquean o camiño da solución.

Tense traballado, fundamentalmente, no aumento de operativos de extinción cada vez máis caros, e adoptados á marxe de calquera posible estratexia de prevención. Esta, pola súa vez, é inexistente na maioría dos casos, en coherencia coas deficiencias na análise de causas en que se deben fundamentar.

Unha das consecuencias máis perversas é que, ao ignorar as causas, non só é imposible adoptar decisións sobre unha estratexia coherente e estruturada de prevención, senón que se ten optado por modelos de operativos de extinción que van dificultar durante moito tempo a adopción de calquera estratexia de prevención, ao absorber unha parte fundamental dos orzamentos necesarios.

A causa dos incendios forestais é, na súa parte esencial, **a utilización do lume como ferramenta de manexo do territorio.**

A esta conclusión chégase desde diferentes formas de análise: en primeiro lugar, os informes da FAO; en segundo lugar, as referencias históricas escritas, que son numerosas. Tamén, as estatísticas dos gobernos, en especial as españolas da base de datos EGIF do Ministerio de Medio Ambiente e, concluíntemente, das brigadas de investigación de incendios forestais que puxeron en marcha case todas as administracións rexionais españolas.

A análise da última década en Castilla y León non deixa lugar a dúbida. A motivación causal de preto do 75% dos incendios forestais ten na nosa rexión unha orixe agrogandeira. Esta porcentaxe é sensiblemente parecida en calquera comunidade autónoma.

Sorprendentemente, este fenómeno, tan ligado ao funcionamento de todas as sociedades rurais en todas as épocas, como seguidamente veremos, foi ocultado durante décadas por unha espesa cortina de desinformación. Ata o nome xeneralizado de incendios forestais, na vez de agrogandeiros, reflicte un descoñecemento que, pola súa vez, reflicte a enorme fenda aberta entre a sociedade rural e a urbana. A sociedade urbana non é quen de comprender a sociedade rural e a súa paisaxe, senón que só é quen de interpretala a través da creación de mitos, como se verá nas páxinas que seguen.

a) Localización xeográfica e temporal

Os incendios forestais de orixe humana son un feito intemporal, universal e cotián.

O home é agricultor e gandeiro desde hai, cando menos, 8.000 anos. O dominio destas técnicas supuxo a base dun enorme salto demográfico e cultural: a revolución neolítica. A súa gran ferramenta de consecución de terras para labrar e de pastos foi o lume, cuxo emprego dominaba hai medio millón de anos.

Por análises palinolóxicas, sabemos que na cordilleira Cantábrica se utilizou o lume de forma masiva desde o período Subatlántico para crear os pasteiros que constituíron a base económica da zona desde entón. Nos últimos séculos usouse co mesmo fin e a paisaxe está dominada por formacións que dependen estreitamente do mantemento de altas frecuencias de lume como as breixeiras.

Non só se ten utilizado o lume na península Ibérica. O mesmo uso desta ferramenta foi xeral en moitas culturas sen apenas conexión.

Os habitantes da Europa atlántica, cun clima especialmente favorable á obtención de pastos, fixérono mentres mantiñan gandarías extensivas, unha vez que fixeran desaparecer os seus bosques. Irlanda, Escocia, Dinamarca, Holanda ou a Bretaña francesa manteñen as menores taxas de cobertura boscosa do continente. Ata o século pasado as landas francesas eran enormes breixeiras mantidas por lume, igual que a Baixa Saxonia alemana ata principios do século xx, por exemplo.

O lume é, ademais, o grande instrumento dos procesos colonizadores actuais como o foi en Europa no seu momento. As selvas de Brasil ou de Centroamérica (42.286 incendios en Centroamérica cunha superficie queimada de 1,1 millóns de hectáreas durante o ano 1998), invadidas por vagas de colonos, están a ser queimadas para gañar terras de cultivo e, sobre todo, de pasto para o gando, que, como punta de lanza, precede á agricultura. Moi pouco que ver coa corta de madeira. En Asia estanse a dar os mesmos procesos de transformación das selvas.

Os nativos australianos ou os maorís neocelandeses son expertos no uso do lume. En África, como exemplos, os malgaxes queiman un terzo da súa illa anualmente, e os masais, pobo gandeiro seminómade, manteñen os seus pastos da sabana con lume. Non se poden entender as paisaxes de sabana sen o papel do lume de orixe humana.

Tamén países desenvolvidos como Canadá ou os Estados Unidos sofren o problema, aínda que parte destes incendios teñen unha orixe natural. Na última década producíronse 79.742 incendios anuais, que queimaron 1,7 millóns de hectáreas de media cada ano, mentres que en Canadá 7.991 incen-

dios anuais afectan a 2,5 millóns de hectáreas. En 2003 arderon 24 millóns de hectáreas na Federación Rusa.

Nos países mediterráneos a situación das dúas últimas décadas é comparable a España. Italia amosa unhas cifras en canto a número de incendios e superficie queimada relativos algo inferiores ás nosas. Portugal presenta un cadro netamente peor e tanto o sur de Francia como Grecia mostran unha menor dimensión nalgúns parámetros aínda que noutros non. Francia aproxímase a 10.000 incendios por ano, localizados principalmente na zona mediterránea, aínda que a súa superficie unitaria queimada é menor que en Italia ou España.

Non hai máis que entrar na páxina web do satélite MODIS da NASA para ver que é un fenómeno universal. Segundo os informes da FAO, no mundo queimáanse cada ano de 300 a 400 millóns de hectáreas, a metade deles en África.

b) A base cultural

Os mesmos informes da FAO manteñen que a base do problema é a utilización do lume como ferramenta de manexo do territorio.

Esta práctica non é un feito trivial, pois está profundamente asentado en moitas zonas rurais de todo o planeta.

Na península Ibérica cobra relevo alí onde as condicións de pluviosidade favorecen o crecemento vexetativo rápido. Portugal e Galicia son os territorios máis afectados. Nunha escala menor, pero notable, aparecen nas estatísticas as provincias estremeiras: Huelva, Cáceres, Salamanca, Zamora, León, Asturias e Cantabria. Estes territorios acumulan o 90% do problema na península Ibérica.

Moitas destas paisaxes teñen unha gran carga de mato como consecuencia da evolución histórica recente. O costume secular de controlar o mato con lume, que ten unha clara orixe gandeira, impregnou todos os usos agrarios nas comunidades rurais e os anos de período estival seco longo aproveitábase para iso. Na provincia de León, por exemplo, e principalmente na súa zona oeste, emprégase o lume como ferramenta gandeira para rexenerar pastos, a agricultura (limpeza de lindeiros, restos de colleitas), a caza (abrir zonas de tiro, de pasto ou simplemente de tránsito ou para mover a caza), para preparar a colleita de castañas (os ourizos da colleita anterior son moi incómodos), para manter libres de combustible as zonas próximas ás vilas e aldeas e mesmo para manter a paisaxe (o mato considérase "sucidade" e o bosque, "ñoño de lobos") ou incluso para lle causar danos ao veciño ou como protesta, aínda que en menor medida nestes dous últimos casos.

As persoas que utilizan o lume adoitan ser persoas de idade avanzada que manteñen viva unha tradición que eles perciben como positiva. Tanto é así que a denominan "limpar". Para eles a paisaxe da súa infancia, basicamente pastos mantidos con pequenas queimas, aínda que numerosas, que se extingúan soas ao caer a noite porque alcanzaban zonas próximas sen combustible, perdeuse. A dinámica sucesional da paisaxe, actualmente en tránsito cara ao bosque pasando por mato, é para eles sinónimo de pobreza e sucidade.

Hai que entender que o bosque nunca foi parte da súa cultura. Como exemplo, na montaña cantábrica leonesa apenas existen bosques que merezan tal substantivo. A maioría son moi novos, aínda que a súa expansión actual e a súa densificación é vertixinosa; abonde o exemplo da evolución da superficie forestal arborada nos últimos 35 anos, desde o primeiro inventario nacional forestal ao terceiro, nos que a provincia de León pasou de 317.900 ha a 526.000 ha (aumento do 65%) e Castilla

y León pasou de 1.885.000 ha a 2.982.000 ha (aumento do 58%). Malia este espectacular aumento, na provincia de León aínda existe unha superficie forestal desarborada de 475.000 ha e na comunidade autónoma, de 1.800.000 ha, o que reflicte que a utilización do territorio nas primeiras tres cuartas partes do século xx non se baseaba nos bosques senón no pastoreo. Na montaña cantábrica (e en moitos outros territorios) a utilización do arborado só se deu no contexto dunha economía de subsistencia. Unicamente se mantiveron arborados algúns pequenos terreos dedicados á obtención de leña (que en caso de escaseza ou inexistencia se obtiña da raíz do breixo, despois de queimar a breixeira para arrincar mellor os canotos) e algunha pequena mouteira para proporcionar madeira de construción, que, pola súa vez, servía de sestal estival do gando de labor, denominado en moitas aldeas co nome de "cota" (acoutado).

Non se pode entender a paisaxe española sen o lume e a do noroeste sen altas frecuencias de queima. A proba do uso intensivo desta ferramenta é que a paisaxe está dominada por formacións que dependen estreitamente do mantemento de altas frecuencias de lume como as breixeiras vermellas. Nalgunhas comarcas occidentais a frecuencia de queima dalgunhas ladeiras chegou a cinco anos.

c) As características dos lugares sen problemas

Sabemos que algunhas zonas da península non sofren a praga dos incendios estivais reiterados. Algunhas destas zonas xa teñen un valor de exemplo que empeza a ser amplamente recoñecido, como Soria ou Segovia. Saber cales son as diferenzas coas zonas de incendios endémicos pode ser de interese para comprender o camiño da solución, a través da análise da posibilidade de implantación dos mecanismos que operan nas zonas libres.

Está claro que as diferenzas non estriban nos tópicos causais repetidos polos medios de comunicación nos últimos 25 anos: a especulación das empresas madeireiras, a pésima política forestal baseada en repoboacións con piñeiros, a recualificación de terreos, o abandono das prácticas agrarias tradicionais, os domingueiros e as cabichas dos automobilistas. Estas opinións teñen que ver máis cunha percepción conspirativa da sociedade capitalista e coa nostalgia dun pasado rural mitificado, ambas as actitudes moi arraigadas nos grupos ecoloxistas, que co que en realidade sucede.

Se os incendios intencionados fosen un efecto das causas citadas, a aparición destas nun determinado lugar debería provocar a do efecto conseqüente; con máis motivo, cando nun certo lugar conflúen varias ou todas. É dicir, se onde non hai incendios se dan as circunstancias que teoricamente os provocan, débese concluír que a análise causal é equivocada.

Á luz desta conexión, elemental en lóxica formal, abondaría con comparar as zonas de España onde os incendios son endémicos coas zonas onde estes son excepcionais. Paradoxalmente, as circunstancias repetidas ata a saciedade como causais danse por igual en ambas as zonas, mesmo se dan en maior medida nas zonas sen incendios. De seren certas estas motivacións, nas zonas sen incendios non debería cortarse madeira xa que a suposta especulación por depreciación non ten relación con fronteiras administrativas e os empresarios non teñen por que ter un comportamento diferente segundo a súa orixe xeográfica, máis se se considera que o mercado da madeira é un dos mercados máis globais. As repoboacións, de existiren, deberían ser de frondosas, o campo continuaría cunha gran poboación rural que mantería os usos tradicionais, ao tempo que deberían ser zonas pouco turísticas e sen estradas nos bosques, ademais de non ter apenas actividade de construción.

Non obstante, unha boa parte da madeira, se exceptuamos Galicia, córtase en zonas sen incendios (País Vasco, Navarra, cordilleira Ibérica e Central Oriental). En cada unha das provincias localizadas en áreas sen incendios existen grandes superficies de repoboacións de piñeiros e séguense a realizar. Se

a política forestal se reduce de forma tan simplista á de repoboacións, esta foi igual en Navarra ou Segovia, por poñer un exemplo, que en Zamora, coas mesmas doses de autoritarismo de posguerra. Algunhas das zonas sen incendios –Soria, Segovia ou Teruel– son as de maior emigración e abandono dos usos tradicionais. No verán énchense de visitantes que utilizan as numerosas grellas instaladas no medio das masas boscosas. As zonas boscosas sen incendios teñen, polo xeral, elevadas densidades de camiños forestais, algúns asfaltados e que son percorridos constantemente por coches durante o verán, xa que son zonas con gran cantidade de turistas estivais, onde a circulación non se prohíbe nunca. En moitas poboacións destas comarcas existen desde antigo colonias de chalés e a construción segue ao tempo que o turismo aumenta.

Curiosamente, nas máis emblemáticas, como a comarca de Pinares de Urbión de Soria-Burgos, estas actividades nunca provocan incendios por “descoido”.

A relación cos cambios de uso de rústico a urbano, tan de moda, ten mesmas características de delirio. Baséase en que queimando repetidamente se pode diminuír a calidade ambiental, o que permite a recualificación. Desde o Ministerio de Medio Ambiente chegouse a soste-lo que o feito de que o 26% das edificacións levantinas estean sobre terreos incendiados demostra a conexión, sen que expliquen como puideron construír no outro 74% e sen explicar a súa mecánica operativa (unha coincidencia constitúese en proba sen máis). Non son conscientes de que despois de décadas de incendios case calquera sitio sufríu algún incendio. Ningunha normativa autonómica favorece, ademais, o cambio de uso de zona incendiada; ao contrario, desde hai moitos anos (Galicia ou Valencia, p. ex.) prohíbeno. Non hai ningunha norma que impida a urbanización de terreos arborados. ¿Para que queimalos, daquela, se as urbanizacións arboradas (abundantes en Cataluña, p. ex.) son máis valiosas? E se o territorio posúe algún tipo de protección polo seu valor ambiental (monte de UP, parque natural, Rede Natura...) non a perde porque se queime. Por se fosen pouco fundados os anteriores razoamentos, a realidade reflectida na base de datos EGIF (arredor de medio millón de incendios rexistrados) do Ministerio confírmao, xa que apenas aparece como motivo causal de incendios.

O **significativo das zonas sen incendios** é que coinciden con aquelas en que o bosque, a través do seu principal produto comercial, a madeira, é parte importante da vida social e económica das poboacións locais. Pola contra, nas zonas con incendios non se dá esa relación de forma relevante.

Nas zonas libres de incendios o uso do lume como ferramenta agrogandeira foi importante ata que os bosques pasaron a ser economicamente relevantes. Soria a finais do século XIX e principios do XX sufría numerosos incendios. Existe documentación histórica de abundantes incendios desde, cando menos, o século XVI. A partir da posta en valor dos montes mediante as ordenacións os incendios van diminuíndo para desapareceren de feito na década dos anos sesenta. Actualmente o emprego do lume nestas zonas diminuíu notablemente e o pouco que queda realízase cun alto grao de control.

Pola contra, onde a poboación non ten conexión socioeconómica cos bosques (en concreto, coa madeira, aínda que pode ser con outros produtos como a landra nas *dehesas*, a cortiza nos bosques de corticeiras ou, recentemente, os fungos nos piñeirais, que obriguen a buscar a existencia do arborado), hai incendios. Onde a xente vive da madeira (de produtos derivados da árbore) non hai incendios, ninguén quere perder o seu medio de vida.

Se a árbore non ten valor e o lume se utiliza como ferramenta de manexo do mato por parte da poboación rural temos incendios abundantes. Esta situación é xeneralizable a escala planetaria segundo a FAO, ocorrendo aquí o mesmo que en todas partes. É recomendable ler, neste sentido, o informe *Situación dos bosques do mundo en 2005*.

En síntese, hai dúas circunstancias que cando se presentan xuntas dan lugar a incendios forestais de orixe humana:

- Uso tradicional do lume como instrumento agrogandeiro de manexo da vexetación, basicamente de matogueiras.
- Falta de interese económico dos bosques (en concreto, das árbores, principalmente a través da madeira) para as poboacións locais.

Estes dous factores discriminan claramente as zonas onde os incendios forestais de orixe humana son frecuentes de onde non o son, tanto en España coma no resto do globo, no presente e no pasado histórico.

En Galicia, onde existe unha produción de madeira importante, non se alcanzou a xeneralización e a relevancia do interese do bosque e séguese a usar o lume intensamente aínda. Persisten situacións estruturais que o manteñen, que logo analizaremos, pero existen posibilidades de transformación a un prazo non moi longo se se traballa na dirección correcta, porque teñen o máis importante: a posibilidade de poñer en valor os bosques.

d) Exemplos próximos de evolución positiva

Na metade leste de Castilla y León temos exemplos notables de evolución forestal no último medio século, ligadas á ordenación de piñeirais e á súa posta en valor, tanto de montaña (Urbión, xa citado, e outros) como de chaira (Coca), que nos posibilitaron a análise das circunstancias que o fixeron posible como fonte de información aplicable na transformación forestal doutras comarcas.

De feito, a aplicación desta receita, a **posta en valor** (cuxos mecanismos e requisitos serán analizados posteriormente) veuse aplicando noutras comarcas da nosa comunidade e xa deu resultados notables desde a última década. Nalgunhas comarcas como a serra da Culebra, en Zamora (cun historial de incendios avultado ata hai moi pouco tempo), ou as comarcas de media montaña na metade oriental das provincias de León e de Palencia, abundou cos ingresos derivados dos primeiros rareos nas repoboacións e as primeiras colleitas de fungos comerciais para que deixase de haber incendios.

Noutras comarcas, como a montaña palentina ou as montañas Central e Oriental de León, que non dispoñen de forma tan abundante de repoboacións e cuxas masas arboradas son difíciles de poñer en valor pola súa xuventude, polas súas especies de pouco mercado e polas súas dificultades orográficas, traballouse na organización do pastoreo cunha política mantida de rozas mecánicas das mellores zonas pastables e os resultados son tamén patentes.

2. Consecuencias prácticas

Do capítulo anterior dedúcese a importancia de traballar para eliminar os dous factores explicativos dos incendios forestais:

- O uso tradicional do lume como instrumento agrogandeiro de manexo da vexetación, basicamente de matogueiras.
- A falta de interese económico dos bosques (en concreto, das árbores, principalmente a través da madeira) para as poboacións locais.

Estas dúas deficiencias vanse superando na medida en que se van acadando maiores graos de desenvolvemento forestal, como nos demostra a experiencia. **O forestal non é o problema: ¡é a solución!**

Non obstante, vivimos nun territorio en que o uso histórico, en moitas das nosas comarcas de montaña, case exclusivo foi a gandaría, complementada por unha agricultura de subsistencia, polo que a árbore non tivo significación económica. Por outra parte, a percepción da poboación urbana sobre o que significa conservación da natureza tampouco facilita este labor.

Ao mesmo tempo, o uso do lume é parte do acervo de tradicións de manexo do territorio. É un auténtico “uso tradicional”.

O feito de que se poida vivir das actividades forestais supón unha novidade histórica en termos temporais na maioría das comarcas do noso país. Pódese dicir que se ignora a posibilidade de que se poida vivir do bosque.

Incluso nas comarcas de maior cultura forestal, unha parte notable da poboación segue considerando o aproveitamento do bosque desde unha perspectiva presilvícola. O *huroneo* segue a ser a maneira natural de entender as cortas. En lugares onde a implantación se está realizando (Galicia, p. ex.) manéxanse as plantacións coma se fosen cultivos agrícolas: plántanse, córtanse dunha vez e vólvense plantar.

Pódese dicir, de forma xeral, que seguimos sendo agricultores e gandeiros desde o Neolítico pero non chegamos a ser silvicultores, salvo nalgúns poucos lugares e nestes dunha forma primaria.

O futuro da metade do noso territorio depende dun uso que non está na cultura rural do noso país (salvo excepcións esporádicas), que vai sufrir durante moitos anos a ameaza dos incendios (aínda que, paradoxalmente, o seu establecemento efectivo é a solución aos incendios) e sobre o cal a poboación urbana mantén unha mestura de desinterese e de prevención.

O futuro próximo enfróntanos a un enorme reto cultural, en consonancia coa magnitude do cambio de utilización do territorio que supón conseguir unha cultura forestal de integración das actividades forestais coas agrogandeiras, historicamente implantadas, no marco da filosofía do desenvolvemento sustentable, coa perspectiva de que ningún sector económico o é de forma tan clara como o derivado das actividades forestais.

Por se as dificultades culturais a escala local fosen poucas, a sociedade urbana, que presta pouca atención ao rural, apenas lla presta ao forestal. A sociedade urbana só está preocupada desde o punto de vista da utilidade dos bosques para proporcionarlle recursos que considera cada vez máis importantes (ocio, auga, sumidoiro de carbono...), paradoxalmente non dunha forma racional ou proactiva senón como expresión do seu medo ao futuro, ou como reserva duns valores abandonados no proceso de urbanización e que son recordados coa nostalgia do perdido: aspecto emotivo-folclórico. Así, sacralizáronse os “usos tradicionais”, asignándolles un compoñente automático de sabedoría. Todo o que chocase contra a imaxe bucólica simplemente era descartado como falso. Só así se pode entender que durante máis dun cuarto de século se ocultase a base do problema dos incendios en España e no resto do mundo, a pesar das evidencias estatísticas da súa base agrogandeira.

É patente a necesidade de impulsar programas de desenvolvemento da cultura forestal e todo o anterior dificulta enormemente este proceso. Ademais, a escala local tamén existen barreiras sociolóxicas importantes que hai que superar. Nalgúns territorios existen puntos de partida de diferente grao de evolución ou consolidación, noutros hai que empezar desde case cero.

Hai que ser conscientes de que a maneira máis eficaz de transformación cultural se obtén mediante a posta en valor dos montes a través do seu aproveitamento e o consecuente emprego creado.

Nos seguintes capítulos analizaranse fórmulas e condicións para inducir o necesario cambio cultural en territorios rurais.

3. Efectos esperables derivados

a) Diminución do número de incendios

A progresiva implantación da cultura forestal, sobre todo se vai en paralelo á posta en valor, vai ter unha consecuencia inmediata: a diminución do número de incendios. Xa o experimentamos en varias comarcas.

Onde a posta en valor se atrase, a evolución será máis lenta, e van ser necesarios os programas de intervención social para modificar a cultura do lume. Na medida en que estes programas teñan éxito, sen dúbida se vai ir producindo o mesmo resultado.

b) Os grandes incendios

A maior parte do dano prodúcese en moi poucos incendios e, polo tanto, a eficacia na extinción vai ser determinante para reducir o dano. Nos capítulos seguintes analizarase cómo a aposta polo desenvolvemento forestal permite a adopción dunha estratexia de loita contra incendios forestais que integre a extinción coa prevención. Un “operativo integrado” amosa notables vantaxes en canto á eficacia en extinción, especialmente nas condicións en que se producen os grandes incendios respecto dos “operativos de emerxencias” clásicos.

4. Os tres aspectos da prevención

Sabemos que os incendios forestais son un problema baseado no uso tradicional do lume para manexo da vexetación (principalmente mato) en todas as épocas e en todo o planeta, e temos suficientes evidencias históricas de que só deixan de ser un problema cando os bosques (en concreto das árbores, principalmente a través da madeira) teñen un interese económico relevante para as poboacións locais e que os **incendios forestais desaparecen a través da posta en valor dos montes**.

Por tanto, a estratexia de prevención debe fundarse en conseguir o desenvolvemento forestal.

Pero o desenvolvemento forestal require dunha estrutura organizativa que o sustente, unha política con obxectivos claros e, ademais, investimento mantido no tempo.

As tres facetas son necesarias.

Unha **elección da estratexia de loita contra incendios** equivocada acaba dificultando o desenvolvemento forestal se os custos de extinción acaparan o investimento. A necesidade de apagar os incendios é inaprazable e supón asignar cuantiosos recursos. O problema social en torno aos incendios pesa de forma tan importante nas decisións dos gobernos que a extinción de incendios pode chegar a absorber a maioría dos recursos, impedindo de forma paradoxal o traballo cara á solución definitiva, que pasa por poñer en valor os montes. A realidade española é que o investimento forestal é moi baixo, ¡a pesar de que máis da metade de España é territorio forestal!, e o pouco que existe foi secuestrado por unha estratexia de loita contra os incendios equivocada.

Para superar esta situación necesitamos traballar simultaneamente en dúas facetas da loita contra incendios que non se poden separar, como se argumentará posteriormente. Necesitamos un operativo de extinción eficaz e necesitamos tamén traballar en prevención para cambiar a cultura de uso tradicional do lume nos tres niveis seguintes.

a) A prevención activa

Chamamos prevención activa ás accións dirixidas a modificar a base cultural dos incendios. Non se trata tanto de manexo do medio como de programas de intervención social. É dicir, programas dirixidos aos grupos sociais que utilizan o lume e que viven en zonas cun alto historial de incendios.

O desenvolvemento forestal require prazos de tempo que, nalgunhas comarcas, son demasiado longos, polo que hai que traballar en paralelo na modificación da conduta das “poboacións de risco”.

i) Plan 42

ii) A organización do pastoreo

– Seleccionando os municipios que na última década tiveron unha media superior a 10 incendios ao ano, aparecen 42 municipios, dos 2.248 existentes na nosa comunidade, que reúnen o 40% dos incendios. A envolvente destes municipios amplíao a 107, que constitúen o 60% do problema. Nestas comarcas estase a desenvolver desde 2002 o Plan 42, baseado no traballo cos grupos sociais de risco, é dicir, coas persoas que realizan actividades de risco en zonas de cultura do lume enraizada.

Trátase das comarcas que están máis lonxe culturalmente do forestal e cuxas condicións culturais e físicas o van atrasar. O obxectivo é múltiple: cambio de forma de xestión abandonando o uso do lume, axuda á implantación de modelos de gandaría extensiva de futuro, promoción de aproveitamentos forestais... Poderíase dicir que é un programa en que a educación ambiental se utiliza para transmitir que o uso do lume impide o futuro e que este, inevitablemente, pasa pola integración das antigas actividades (gandaría) coas futuras, que dependen da conservación dos bosques forestais (madeira, castañas, cogomelos, turismo).

A clave deste proxecto é a localización no territorio de nove técnicos que conviven estreitamente coas persoas que usan o lume e que xa empezan a ver neles colaboradores na vez de representantes da Administración. É un proxecto a medio prazo que xa mostra certa tendencia esperanzadora, en especial na materia que segue a continuación.

– A reorganización da gandaría extensiva é un aspecto moi relevante, non en van representa un uso do territorio paradoxal. Por unha parte, é unha actividade histórica no territorio que pode ter valiosos efectos ambientais e sociais se se realiza adecuadamente, polo que é importante conservala. Pero, por outra parte, constitúe a base do uso do lume. É necesario facela evolucionar a partir dun sistema que xa non ten validez nin económica nin ambiental cara a un modelo que sexa sólido como base de futuro, integrándose co resto dos usos forestais sen ameazar a conservación dos bosques.

A gandaría remanente do antigo sistema non adoita ter unha base territorial clara nin física nin legal, debido á titularidade colectiva dos pasteiros. Como consecuencia desta falta de vinculación non se preocupa pola xestión dos pasteiros que utiliza; non carga suficientemente nunhas zonas concretas que permita o control do mato e cando o pasto se embastece utiliza o lume. Non está agrupada para comercializar nin para xestionar. A calidade, non sendo unha condición para cobrar a PAC, non é un obxectivo de manexo e o oficio de gandeiro é un dos menos valorados na escala social.

Todo iso hai que cambialo se queremos que sexa unha actividade de futuro e que deixe de ser motivo de incendios. Nesta dirección estamos a traballar dentro do Plan 42 e en paralelo cun programa agroambiental de apoio á gandaría extensiva. Trátase de que o gandeiro adopte un plan de xestión do terreo e o aplique realizando as infraestruturas de manexo que lle permitan un manexo racional, sobre todo cercados, e en vez de usar o lume, roce mecanicamente as zonas de mato e as manteña

mediante pastoreo rotacional. Nestes momentos hai acollidos case 500 gandeiros con preto de 20.000 ha de superficie acollida. O programa ten un financiamento anual de 3,6 millóns de euros, para subvencionar o custo do investimento.

b) A prevención indirecta

i) A silvicultura preventiva

ii) A reorganización do territorio

– A actual estrutura física do noso territorio forestal é moi desfavorable desde o punto de vista do seu comportamento fronte ao lume. De 5 millóns de hectáreas (algo máis da metade da superficie de Castilla y León), 2 millóns son desarboradas, das que máis de 1,5 millóns está cuberta de mato (1 millón sen ningún tipo de uso); 1,3 millóns de hectáreas corresponden a montes arborados pouco densos (nun proceso rápido de densificación, pero cunha gran carga de mato); 1,7 millóns están ocupadas por bosques que, en xeral, son novos (valla o exemplo de que a idade media das 220 mil hectáreas de rebolo da provincia de León rolda os 40 anos).

– A maior parte dos nosos bosques necesita urxentemente un programa de manexo da estrutura da vexetación. Camiñar cara a estruturas favorables fronte á inflamabilidade e combustibilidade, que inclúen diámetros elevados, pouca carga de combustible fino, discontinuidades horizontais e verticais, substitución de mato heliófilo no sotobosque por especies nemorais...

– Nestas condicións a probabilidade de grandes incendios é moi elevada xa que a extensión continua de paisaxes con cargas elevadas de combustible fino é de decenas de miles de hectáreas en moitísimas comarcas. En condicións meteorolóxicas desfavorables (ventos fortes estivais), a dificultade de realizar a extinción é moi elevada e, o que é peor, crecente. En realidade, este grave problema preséntase en toda España, en especial onde máis chove.

– O manexo de estruturas require tratamentos silvícolas e tempo; por tanto, investimentos. É significativo que as 25.000 ha que cada ano se tratan en Castilla y León representen o 50% do que se fai en toda España. En orzamentos, significa que dos 710 millóns que se gastaron en España en loita contra incendios no ano 2006 só unha cantidade da orde do 10% se dedicou a tratamentos silvícolas preventivos.

– Herdamos unhas estruturas espaciais que teñen unha grande importancia para explicar as bases físicas sobre as que opera o problema dos incendios. En primeiro lugar, a estrutura da propiedade privada derivada do sistema agrario tradicional das zonas de montaña é inadecuada para a utilización forestal racional ou para calquera outro uso. En moitos territorios, en especial os do noroeste, o extremo minifundismo vese agravado pola falta de acreditación da propiedade sobre uns terreos que na súa maior parte se viron invadidos polo mato, que fai irrecoñecibles os lindes mesmo para os propios propietarios que no seu día os labraron. Isto provoca que as transmisións de propiedade non teñan eficacia. Ademais, o límite entre os terreos privados e o monte, en xeral público, que sempre foi difuso, hoxe éo máis, salvo nos poucos con deslinde administrativo. En cada poboación de montaña existe unha gran superficie inapropiada actualmente para os cultivos agrícolas de montaña tradicionais, cuxos donos son descoñecidos, que está cuberta de mato e cuxo único uso é ser percorrida de forma errática por unha pequena cantidade de gando que non controla o rebrote do mato, utilizando para iso o lume de forma recorrente.

– E a propiedade pública ou a privada colectiva non están exentas de problemas. Non só se require un cambio de estruturas espaciais, senón de formas de manexo. Xa falamos da reorganización da gandaría, que é fundamental. O concepto de propiedade comunal é outra das dificultades que se opoñen a esta necesidade. No sistema agrario tradicional, o terreo non apto para a agricultura usábase de forma colectiva e nunha proporción de gando parecida pola maioría das familias. Actualmente, unha ou dúas persoas utilizan o terreo público e o privado abandonado de cada aldea, en moitas ocasións sen unha mínima contrapartida económica, coa escusa dunha “comunalidade” que xa non é tal. O gandeiro, con esta escusa (“se é de todos é meu”), coida, ademais, que pode levar o gando cada día onde lle parece ou simplemente o solta libremente, utilizando moito máis territorio do que necesita. Como consecuencia, a carga gandeira é moi baixa, polo que non controla o mato, co que, para iso, está permanentemente tentado de utilizar o procedemento máis fácil, máis barato e que mellor coñece: as queimas. En resumo, ao non existir vinculación concreta entre a propiedade do terreo e o seu usuario, este non se preocupa polo seu coidado, co que é difícil implantar un plan de manexo adecuado.

A idea da comunalidade xa non vale como modelo de organización da xestión do territorio (exemplo da sacralización nostálgica da tradición) porque, en realidade, xa non existe. Existe a propiedade xuridicamente comunal, pero non a xestión comunal. Este sistema de xestión non está acorde coa realidade física do terreo nin co tempo actual. Máis ben responde ás formas que eran adecuadas para hai cen anos e que hoxe se manteñen de forma residual sen perspectiva de futuro.

Este sistema histórico de xestión tamén nos legou montes que apenas teñen infraestruturas de manexo gandeiro, como xa comentamos, con efectos notables sobre a sanidade animal (brucelose).

c) O desenvolvemento forestal

O nivel de desenvolvemento forestal, que inclúe no seu concepto a idea dunha gandaría extensiva integrada na xestión planificada do monte (moi abundante no caso dos piñeirais ordenados de Urbión, p. ex.), vai ser o parámetro clave para diminuír os incendios e, polo tanto, a medida de prevención máis importante e complementaria das anteriores. O resultado económico da posta en valor dos montes e, sobre todo, a creación de emprego asociada é capaz dunha revolución na cultura de manexo do medio.

O desenvolvemento forestal require unha política con obxectivos claros e mantida no tempo, unha estrutura organizativa que o sustente e, ademais, o investimento suficiente para que os montes se poidan capitalizar ata un momento en que poidan empezar a ser aproveitados, pois na fase histórica actual moi poucos montes poden xerar rendas a curto prazo.

Pola súa importancia e pola súa complexidade, ímoslle dedicar un capítulo posteriormente.

5. O enfoque integrado: Prevención/Extinción

Por ser unha idea clave para unha política forestal pensada para resolver o principal problema que teñen os bosques actualmente e pola súa relación inmediata co problema, é necesario desenvolver en detalle a filosofía do enfoque integrado na loita contra os incendios.

A elección dunha estratexia baseada na integración do dispositivo contra incendios cos medios que se dedican ao traballo cotián no monte, realizando labores de prevención (técnicos que xestionan territorio, axentes, cuadrillas de tratamentos silvícolas, tractores que preparan o terreo para a reboación ou limpan devasas...), e na utilización moi controlada de medios específicos, é dicir, “mode-

lo de operativo integrado forestal”, é imprescindible para poder realizar unha xestión forestal que sexa efectiva para a posta en valor á escala que necesitamos.

O contrario, unha estratexia que se funde na utilización preponderante de medios que só serven para incendios (bombeiros, brigadas helitransportadas, reténs, camións motobomba ou medios aéreos), é dicir, “modelo clásico de operativo de emerxencias”, é moi onerosa e acaba restando a maior parte do orzamento aos labores de prevención, xa que as administracións acaban concedéndolle prioridade e, como consecuencia, fan crónico o problema.

Ademais, créase todo un sector cuxo tamaño (sempre vai ser necesario un certo operativo aínda que case non haxa incendios, por suposto) e cuxo futuro dependen estreitamente da existencia dos incendios. Por outra parte, convértese, pola súa especificidade, nun grupo de presión que reclama sempre máis medios (aceleradamente máis caros) e máis especialización (menos traballo nos montes, p. ex.), co que o problema ten a tendencia natural a agravarse á custa da prevención. Esta foi, por desgraza, a opción predominante en España.

Como resultado, vemos a negativa evolución da paisaxe e do problema dos incendios das zonas de montaña, especialmente no oeste e o norte da Península.

A consecuencia é clara e é a guía da nosa estratexia de loita contra os incendios: se queremos resolver o problema debemos **conectar a extinción coa prevención de forma moi estreita**. Canto máis estreita, máis eficaz.

a) Características

O modelo forestal integrado ten por características definidoras máis salientables as seguintes:

- O persoal base é polivalente: traballadores, axentes e técnicos forestais, que realizan o seu traballo cotián no monte e que se ocupan dos incendios cando suceden.
- Utiliza medios polivalentes como tractores de cadeas, que traballan no monte, ademais dos monovalentes, como medios aéreos e camións motobomba.
- As súas técnicas de combate non se basean no emprego preponderante de auga, senón que os combinan con métodos sen emprego de auga, como contralumes e ataques con tractores.

b) Vantaxes para a extinción

A principal vantaxe da elección dun sistema integrado é o **aumento de calidade do operativo de extinción**:

-
- i) Persoal máis motivado
 - ii) Melloras técnicas de combate
 - iii) Eficacia en grandes incendios
 - iv) Operativo amplo de baixo custo relativo
 - v) A formación do operativo
-

– Implicación estreita do persoal nos labores de extinción. Tanto os técnicos e os axentes como os traballadores van permanecer no seu territorio despois do incendio. Non só se van preocupar de incluír a variable “risco de incendio” no seu traballo diario de todo o ano, senón que están máis motivados pois quéimaselles o monte que plantaron hai dez anos ou a carballeira que pensaban aproveitar dentro de tres.

– Coñecemento de detalle do terreo, e non só intelectual (mapas,...) senón físico (carreiros,...). Saber moverse sobre o terreo é clave, especialmente en grandes incendios e pola noite. Estar afeito diariamente non é o mesmo que estar en boa forma física.

– O adestramento físico para esforzos aerobios (que é o 95% do traballo físico en extinción) dun traballador forestal é moi adecuado.

– En grandes incendios, os medios monovalentes ou non poden actuar ou teñen un papel secundario. Con vento, que é o factor principal na maioría dos grandes incendios, os medios aéreos ou non poden voar ou apenas son efectivos (sobre todo, no ataque á cabeza do lume). De noite tampouco voan.

– En grandes incendios (que producen a maioría dos danos) o papel máis relevante téñeno os medios polivalentes: técnicos, axentes, persoal de terra. A utilización destes medios derivou en técnicas de extinción moi eficaces, como os contralumes e o ataque directo con tractor de cadeas, en grandes incendios case as únicas eficaces. Ademais, rematan ben os incendios (unha mala liquidación é outro dos factores importantes dun grande incendio).

– O momento clave para apagar un gran incendio é a noite, pois baixa a temperatura, que fai que a humidade relativa aumente. A velocidade do vento redúcese tamén respecto á diúrna (non hai ventos convectivos fortes e os que hai prodúcense en contrapendente). Nestas circunstancias, a velocidade de avance da cabeza do lume frea e a radiación diminúe notablemente. Nestas circunstancias, nin os medios aéreos actúan nin os bombeiros se moven fóra das pistas (se as hai). A utilización de tractores de cadeas e contralumes co apoio de persoal capaz de moverse no monte, que distinguen ás organizacións integradas, son as técnicas nocturnas adecuadas. De noite, o costume de moverse no monte é importante.

– A realidade española é que as organizacións de extinción non integradas non utilizan estas técnicas (utilizan masivamente camións e medios aéreos), co que no futuro aumentarán os grandes incendios en España.

– Esta filosofía de integración permite, ademais, o mantemento dun operativo de extinción grande cun gasto exclusivo de extinción contido, minimizando ademais a súa dependencia da ocorrencia dos incendios, xa que se os incendios desaparecen o emprego mantense.

– As vantaxes do traballo cos métodos descritos e o tipo de organización deben complementarse con formación específica de todo o persoal do operativo. Para isto, creamos un centro específico especializado: o Centro para a Defensa contra o Lume, en León. Este centro ten como obxectivo a formación de todos os perfís de persoal que participan no noso operativo e cuxas funcións están reguladas por un decreto: 22 tipos. Estamos traballando na implantación dun sistema de cualificación normalizada, homologada e certificada.

c) *Vantaxes para a prevención*

-
- i) Permite que a prevención sexa real
 - ii) Mellor relación de investimento entre prevención e extinción
 - iii) Moitos técnicos e axentes implicados cada día
-

– As comunidades autónomas con operativos de extinción tipo emerxencias apenas invisten en xestión forestal. Abonda comparar o resultado dos estudos de investimento forestal de ASEMFO coas comunidades dun ou outro modelo para decatarse de que os modelos de emerxencias son moi onerosos e de que acaban levando todo o orzamento e todo o persoal. Non só non hai fondos, o peor é que non hai suficiente persoal (incluso técnico) traballando en prevención.

– É fundamental que os traballadores non sexan “reténs” que non traballan porque non se fan tratamentos preventivos, perdendo unha boa parte da eficacia do modelo.

A tendencia a non traballar (retén) é moi forte. De feito, é a situación dominante en España. Xustifícase en que o traballador estará cansado cando sexa chamado a un incendio, coa conseguente repercusión sobre a súa seguridade. Esta é unha verdade aparente, pois pode parecer lóxica, pero non é real. O traballo forestal ofrece as vantaxes xa sinaladas sobre a eficacia na extinción respecto á preparación física e á seguridade que proporciona o adestramento de mobilidade nun medio forestal, especialmente a nocturna. Ademais, cómpre ter en conta que a maioría dos esforzos anaerobios, que non son os máis frecuentes, os realizan as cuadrillas helitransportadas apoiadas por medios aéreos. O esforzo das cuadrillas de terra é máis de resistencia que de potencia, e a seguridade ten moito máis que ver coa formación de técnicos e axentes e coa calidade da organización. Os métodos de contralume e ataque con tractor habitualmente empregados non requiren un esforzo intenso dos traballadores.

Este asunto pode ser o auténtico colo de botella da prevención pola súa posibilidade de utilización demagóxica. Un accidente con vítimas (media de catro mortos por ano desde 1975) pode ser utilizado contra o goberno do momento. Os sindicatos deben ser especialmente coidadosos para non caer nunha tentación que produciría efectos catastróficos sobre a prevención.

Que o traballador traballe non quere dicir, emporiso, que non sexa necesario regular a carga de traballo estival para manter os traballadores coa disposición física adecuada para apagar os posibles incendios. Isto conséguese programando traballos axeitados (traballos en sombra, rendementos de verán, ben comunicados coa rede de camiños, conectados por radio) e cun sistema de descanso flexible baseado na predición meteorolóxica e no risco diarios.

Un sistema modular de descansos permite superar as rixideces e os inconvenientes e os antigos reténs: non se traballaba no monte nin en días moi favorables, nin en zonas sen risco (¡nin en Soria!), o que determinaba traballadores en mala forma física e un mal exemplo social. Este sistema permite optimizar os traballos de prevención ao tempo que se axusta o descanso adecuado á situación de risco de calquera lugar e en calquera día do ano.

– Tamén resulta moi importante que se traballe a través de empresas privadas, mediante contratos de execución dos tratamentos silvícolas. O persoal da Administración deben ser fundamentalmente os funcionarios: axentes e técnicos. Todas as administracións executan as súas obras a través de empresas: estradas, edificios, ata a limpeza de oficinas...; o contrario non só é anacrónico, senón ineficaz, pois no caso dos traballos preventivos a experiencia histórica amósanos que se acaba por

non realizar os tratamentos silvícolas, derivando en pouco tempo cara ao “retén” exclusivo de extinción. O nivel de contratación externa que as comunidades autónomas realizan mostra unha inquietante correlación co nivel de traballo en prevención. Comunidades autónomas con operativos de extinción grandes, con persoal de terra propio moi numeroso, apenas realizan tratamentos preventivos. A opción de contratación de empresas non é unha opción ideolóxica; o contrario, si.

– A elección deste modelo, ao non requirir gastos moi elevados en medios monovalentes, permítelle á Comunidade de Castilla y León investir a proporción de 2 euros en prevención por 1 euro gastado directamente en extinción.

– O feito de que a maioría do cadro de persoal dedicado á xestión forestal e á conservación da natureza participe no operativo de extinción ten a vantaxe dun gran número de persoas cualificadas que pensan na resolución do problema en cada faceta do seu traballo cotián. Os incendios forestais non son un problema abstracto para eles, senón o seu problema persoal. E estes técnicos e axentes son os que poden traballar a longo prazo na prevención.

6. Os requisitos dunha política para o desenvolvemento forestal

Xa se expuxo que o desenvolvemento forestal require dunha estrutura organizativa que o sustente, unha política con obxectivos claros e mantida no tempo, ademais de investimento suficiente.

Pola súa complexidade, analízanse con máis detalle algúns dos requisitos da política forestal desde o punto de vista organizativo e investidor xa citados anteriormente.

a) Política forestal clara, decidida e estable

A política forestal debe partir de recoñecer que os bosques son unha fonte de recursos que deben ser aproveitados racionalmente. Por tanto, o seu principal obxectivo debe ser a posta en valor dos montes (creación de emprego) desde o punto de vista multifuncional e sustentable. A conservación só vai ser posible (os incendios demostrano) se se cumpre a función económica imprescindible para cumprir a función social.

A súa definición exacta debe partir dunha reflexión da situación física dos montes, das actividades forestais, do seu sector produtivo e da súa relación coa política xeral de conservación. Debe analizar tamén as circunstancias xeográficas, culturais e sociais arredor dos bosques coas limitacións e oportunidades que comportan.

O resultado desta análise debe plasmarse nun programa de execución planificada, o que se coñece como plan forestal.

i) Papel das administracións

ii) Conceptos básicos da política forestal

A Administración autonómica, polo seu equilibrio entre capacidade e distancia ao terreo (nin demasiado lonxe nin demasiado preto), debe ser o motor do desenvolvemento forestal. Debe exercer o papel de liderado en calquera das facetas seguintes:

– Fixar a política forestal: crear o marco legal que “estímule a actividade” e fixe o papel dos axentes.

– Facer de motor. Para exercer o seu papel de motor ten que ser o principal axente que realice xestión directa. Doutro xeito, non se concretaría de forma eficaz a política, senón que correría o risco de ficar nun memorando de boas intencións. Este papel débese concretar nos montes de UP en que tradicionalmente o veu exercendo en forma de coxestión coa entidade local propietaria. As entidades locais non teñen recursos, nin coñecementos, nin demasiado interese, como se demostra polo nivel de xestión dos montes patrimoniais municipais. Ademais, non é bo que a xestión dos bosques públicos importantes para toda a sociedade, que son os declarados de utilidade pública (agora de dominio público, segundo a Lei básica de montes), estea en primeira liña de confrontación política local. Cómpre ter coidado coa demagogia na fixación de papeis (Administración-propietarios).

– Debe articular os axentes. Existe unha gran desconexión entre propietarios, madeiristas, empresas de transformación, consumidores, cidadáns,... (exemplos de apoio á articulación: Fafcyle, Profor, Mesa Sectorial da Madeira, Clúster da Caza...).

– Debe promover e fomentar a actividade doutros axentes (ex. convenios de apoio a asociacións; convenios coas universidades, Edufores...) e aglutinar as iniciativas doutros axentes en torno a obxectivos (ex.: Myas...).

– Debe crear condicións (ex.: Cesefor: I+D+i, certificación, marcas de calidade de espazos protexidos ou da madeira, expobioenerxía...) nun mercado global competitivo.

– Propiciar mecanismos de participación na concreción das políticas e na dinamización do territorio (ex.: grupos de participación en PORF; xestión compartida en UP, Plan 42...).

Hai unha serie de conceptos básicos que deben ser parte dunha política forestal en calquera Comunidade Autónoma. Todos parten da necesidade dunha xestión técnica de calidade.

– Xestión planificada e de detalle (ordenacións, PORF); calidade na xestión (certificación); integrar a conservación da biodiversidade na xestión cotiá superando a concepción estática da natureza; multifuncionalidade.

– Programas de educación ambiental dirixidos ao aumento de cultura forestal, no mundo rural e no urbano.

– Integración da extinción de incendios coa prevención, xa que permite o mantemento dun operativo de extinción grande cun gasto contido, minimizando a súa dependencia da ocorrencia dos incendios. Este sistema facilita un manexo preventivo da estrutura da vexetación (prevención indirecta), e preparar a posibilidade de que os montes xeren rendas para os seus propietarios, que é a garantía da súa conservación. Hai que ter coidado coa elección de política de extinción de incendios e coa forte tendencia a medios non polivalentes.

– Conectar o monte coa industria de transformación. Debemos propiciar a existencia dunha industria que consuma as nosas materias primas nun mercado global moi competitivo. Se non hai industrias, non hai aproveitamento e, polo tanto, é imposible xerar emprego. Mellor se a industria é local, pois a creación de emprego será notablemente superior.

– Promover o uso de produtos forestais, que son moito máis sustentables que os seus competidores (gasóleo, aceiro, aluminio, formigón...). Sen consumidores responsables non hai posibilidade de industrias locais.

b) A organización

Sen unha organización ben dimensionada e profesional non se pode executar ningunha política por moi ben deseñada que puidese estar.

Necesítase un tamaño crítico para que exista de verdade a xestión, e aínda máis no futuro pola complexidade técnica e sociolóxica que se require, ademais dun tamaño crítico para que xurdan ideas e que callen.

A historia dos servizos forestais non foi moi esperanzadora. Desde a Transición perdeuse, nalgunhas rexións, a organización herdada do Estado e noutros casos mantívose de forma nominal, destecnificada. No noso caso, aínda que o número de técnicos case se duplicou na última década (certo que moitos deles con contratos eventuais), as estruturas non se adaptaron suficientemente á crecente actividade, nin evolucionaron de maneira adecuada para responder aos retos do futuro próximo. É realmente difícil aumentar os cadros de persoal da Administración, salvo que a demanda externa sexa forte, coma no caso das crises posteriores aos malos anos de incendios, e neste caso as decisións adoitan ser equivocadas: adoptar operativos tipo bombeiros, aumentar desmesuradamente o tempo non produtivo, destecnificar co pretexto da pluridisciplinaridade (que en si non ten por que ser incompatible), semifuncionarizar os traballadores...

Probablemente sexa necesario crear novos instrumentos para novas funcións que non estiveron no ámbito do traballo tradicional dos servizos forestais.

No noso caso, o Centro de Servizos de Forestais e da súa Industria (Cesefor) é unha aposta especialmente interesante. Creouse como centro aglutinante de todos os actores para dinamizar os aproveitamentos e a súa transformación (Mesa Sectorial da Madeira, certificación forestal, marca de garantía piñeiro Soria-Burgos...), como centro tecnolóxico de produtos forestais (madeira de construción, moble), como motor de promoción (Expobioenergía...) e para aglutinar a investigación (DIEF de Valonsadero, CSF de Calabazanos, o I+D inicial de Cesefor) e a formación avanzada (Centro para a Defensa contra o Lume). Todas estas funcións teñen un encaixe difícil na Administración tradicional, non só por cuestións laborais (selección de persoal cualificado), senón pola necesidade de axilidade.

c) O investimento

Sen un investimento suficiente non é posible o desenvolvemento forestal. Sabemos que a rendibilidade financeira é inexistente no mundo forestal, pero se os bosques están capitalizados poden xerar rendas e actividade (emprego). A capitalización non só é cuestión de tempo. Os tratamentos silvícolas preventivos son imprescindibles porque o risco de destrución é moi alto. O propietario, mesmo cando tivese recursos, non os investiría neles, pola súa falta de rendibilidade e pola incerteza que representan os incendios.

Os efectos ambientais que o propietario está entregando á sociedade polo feito da existencia do bosque son a xustificación para que a sociedade cargue cos gastos económicos necesarios do seu mantemento. Cómpre ter coidado con interpretar a compensación de externalidades a través da percepción dunha renda directa ao propietario a imitación da política de rendas da PAC. Ademais de non contribuír a crear emprego como o investimento en traballo, non garante a conservación do recurso, anulando con isto a xustificación do seu financiamento.

Nas condicións actuais dos nosos bosques, os tratamentos silvícolas constitúen en xeral unha condición previa á posterior posta en valor e unha necesidade para a súa conservación. Recordemos a gran carga de mato entre as árbores nuns casos, a xuventude e a alta densidade destes, noutros. Os mes-

mos factores que fan que a estrutura da vexetación sexa desfavorable respecto ao seu comportamento ante o lume dificultan a posta en valor dos montes arborados: falta de densidade, árbores novas con diámetros pequenos e abundancia de especies non utilizadas pola industria, por tanto, con produtos difíciles de comercializar. Canto máis risco inherente presenta un bosque, máis difícil adoita ser poñelo en valor: un verdadeiro círculo vicioso que só rompe cos tratamentos.

Pero tamén os tratamentos silvícolas que van dirixidos á mellora da resposta ante o lume serven para mellorar o bosque desde a óptica dunha futura (por afastada que sexa) posta en valor. Por tanto, a silvicultura ten un efecto inmediato e outro, verdadeiramente máis importante, a longo prazo, que é unha das condicións de éxito na loita contra o lume. Tecnicamente a silvicultura de posta en valor é moi similar á de manexo da estrutura (podas de penetración, primeiros rareos...), pero debe integrar facetas particulares desta (devasas, queimas controladas, rozas...) para aumentar a súa eficacia na resposta ante o lume.

O investimento en desenvolvemento forestal é verdadeiramente escaso para a magnitude do desafío que representan a enorme superficie e o estado de transición do noso territorio forestal. É claro que necesitamos novos instrumentos económicos.

En Castilla y León a situación non é suficiente a pesar de que esta comunidade é a que máis esforzo financeiro realiza neste campo: 170 millóns de euros de orzamento para investimento da DX de Medio Natural en 2007 é unha cifra elevada se se compara con outras comunidade autónomas. Segundo o último estudo de investimento forestal realizado por ASENFO (Asociación Nacional de Empresas Forestais), que analiza a media dos 5 últimos anos, dedicamos o 7,08% do investimento rexional total, mentres a media nacional é do 3,42%, e rexións ricas como Cataluña (cun orzamento autonómico tres veces superior) só dedica o 0,59%.

Estas cifras, ademais, teñen un mérito engadido porque os orzamentos de cada Comunidade Autónoma dependen das transferencias estatais, que responden principalmente ao número de habitantes. Temos o 6% dos habitantes de España e o 20% do territorio (total e forestal), polo que temos o 20% da necesidade e o 6% dos recursos. Se se fan as contas, o esforzo fiscal dun cidadán de Castilla y León en coidado de bosques e montes é máis de dez veces superior que o dun cidadán de Madrid ou de Cataluña.

Dixemos que a maior ameaza para os nosos montes e o maior problema social relacionado son os incendios. A paisaxe e a sociedade rural transformáronse espectacularmente nas últimas décadas. As consecuencias máis patentes deste cambio de paisaxe son os incendios forestais, que aínda que sempre existiron como queimas de orixe agrogandeira no mundo rural, agora (nos últimos 30 anos e no futuro) son forestais porque acaban no monte pola continuidade de combustible e que cada vez serán máis virulentos (a máis éxito na extinción, maiores acumulacións de combustible). Se non intervimos de maneira decidida o problema aumentará. Sabemos que os incendios diminúen co aumento da cultura forestal e sabemos que as nosas estruturas vexetais (agora moi perigosas) se poden transformar. Ambas as cousas requiren un investimento decidido a grande escala.

Para modificar de forma contundente estas circunstancias, o noso investimento non é suficiente. Pero dificilmente podemos convencer o contribuínte rexional de que dedique máis detraéndoo doutros investimentos socialmente máis demandados. Se a todos os cidadáns españois lles preocupan tanto os incendios de cada verán como parece pola súa relevancia mediática, especialmente nas grandes cidades, deben colaborar para que o esforzo individual de cada persoa sexa o mesmo calquera que sexa a comunidade onde vive.

Se realmente queremos cambiar a inquietante tendencia futura, é imprescindible a creación dun fondo de solidariedade nacional para a prevención de incendios.

Para iso necesitamos que se dote o Fondo para o Patrimonio Natural previsto na Lei de montes (disposición adicional primeira da Lei 10/2006) dunha cantidade de, cando menos, 1.000 millóns de euros anuais, que se repartirían proporcionalmente ao número de hectáreas forestais das comunidades autónomas, dos preto de 2.000 millóns de euros que vale no mercado o CO₂ secuestrado anualmente en España polos bosques. Só a metade do que achegan á sociedade, por só un concepto.

Con este investimento, en pouco máis dunha década a paisaxe española cambiaría radicalmente e os bosques empezarían a xerar produtos transformables (biomasa, madeira, fungos, caza...) e servizos (uso público en xeral...) cunha alta xeración de emprego engadida á dos investimentos públicos, que é o que vai acabar cos incendios.

7. Futuro: dificultades e oportunidades

O aumento de desenvolvemento forestal necesario para resolver o gran problema que reflicte a transición desde o sistema agrario tradicional a un sistema integrado agrosilvopastoral, que son os incendios forestais, non é unha tarefa fácil. Toda a nosa tradición rural traballa en contra e a percepción urbana da conservación da natureza tamén.

Non obstante, están a xurdir novos enfoques e oportunidades innovadoras que permiten certo optimismo respecto a un papel máis importante dos bosques e unha mellor comprensión da súa dinámica interna.

a) Dificultades

-
- i) A conservación como problema
 - ii) O descoñecemento urbano da xestión forestal
 - iii) Os mitos urbanos sobre o mundo rural
 - iv) A percepción dominante dos incendios forestais
-

– En primeiro lugar, a equivocada dicotomía entre conservación e utilización, entre biodiversidade e xestión, que afortunadamente se suscita actualmente de forma algo menos maniquea, pero que aínda ten unha forte implantación no subconsciente colectivo urbano contemporáneo. Persiste a visión catastrofista da natureza; por exemplo, crese que cada vez temos menos bosques, a pesar das evidencias da comparación dos diferentes inventarios nacionais forestais.

– Se no medio rural a cultura forestal é escasa, no urbano é inexistente. Nin se coñece a silvicultura nin se comprende que a xestión é necesaria para garantir a conservación. Segue percibindo o aproveitamento (a corta de árbores) dos montes como algo negativo. Os informadores, por exemplo, entenden como sinónimos corta e destrución. Os nenos urbanos pensan que cortar árbores é malo.

– Ademais, sobre o mundo rural creouse un mito romántico-bucólico con compoñentes como a “comunalidade” ou a sacralización dos “usos tradicionais”, asignándolles un compoñente automático de sabedoría ou a consideración de “sociedade depositaria dos valores perdidos” no proceso de urbanización e que son recordados con nostalgia. Só así se pode entender que durante máis dun cuarto de século se ocultase a base do problema dos incendios en España e no resto do mundo, a pesar das evidencias estatísticas da súa base agrogandeira.

– Non obstante, o maior condicionante actual son os incendios forestais, pois, ademais da ameaza física, son un círculo vicioso cultural moi arraigado na mitoloxía urbana contemporánea. Os incendios forestais, a maneira en que a sociedade os percibiu e as formas que adoptaron as solucións para a súa erradicación son talvez o compendio da distancia cultural da nosa sociedade ao novidoso mundo do forestal. Hai que ter especial coidado coa elección da política de extinción de incendios e coa forte tendencia a medios non polivalentes.

b) Un novo papel esperanzador para os bosques

-
- i) A rápida evolución positiva dos montes
 - ii) Demanda de servizos
 - iii) O cambio climático. O Protocolo de Kyoto
 - iv) A bioenerxía
 - v) Menos dogmatismo determinista en ecoloxía
 - vi) Modelos de xestión consolidados
 - vii) Estrutura industrial
 - viii) Contribución ao futuro rural
-

– Os montes arborados están aumentando notablemente a súa superficie. En Castilla y León en máis de ¡un millón de hectáreas! desde o primeiro inventario forestal nacional ao terceiro. Ademais, vanse densificando e o crecemento anual pasou de 3,7 a 7,2 millóns de metros cúbicos, desde o segundo ao terceiro inventario, mentres as cortas roldan 1,5 (sobre un 20% do crecemento), co que a posibilidade de incrementalas ata as porcentaxes normais no resto de Europa é moi ampla.

– Existe unha demanda de uso por parte da poboación urbana que pode desenvolver un sector de servizos importante que complementa, aínda que só sexa estacionalmente, os empregos dos traballos en monte e os derivados das industrias de transformación, como son o turismo ambiental (micoloxía, espazos protexidos, sendeirismo...) e a caza. Aínda que tamén ten o perigo da visión neocolonialista urbana (a paisaxe rural debe adaptarse á miña paisaxe mito).

– Están a xurdir novas oportunidades en torno ao cumprimento do protocolo de Kyoto polo efecto sumidoiro dos bosques (que apenas os contempla actualmente), que en Castilla y León, nun cálculo conservador, alcanza 12,5 millóns de toneladas equivalentes de CO₂ anuais na nosa comunidade, o que constitúe o 75% dos dereitos de emisión asignados. O problema do efecto invernadoiro debería supoñer un incremento da utilización de materiais ambientalmente eficientes como a madeira.

– Unido o anterior ao elevado prezo do petróleo e á reflexión estratéxica sobre seguridade de abastecemento enerxético, a bioenerxía de orixe forestal empeza a ter unha oportunidade económica real. A oportunidade que se abre pode ser decisiva se damos os pasos adecuados para que se materialice.

– No mundo da ecoloxía académica empeza a observarse certo movemento desde os modelos deterministas (teoría do clímax, fitosocioloxía...) cara a outros menos mecanicistas. A interpretación do funcionamento da natureza está nun momento de revisión a partir do desenvolvemento dos estudos sobre a evolución histórica da vexetación (paleoecoloxía) da última década, que nos presenta unha paisaxe en perpetuo cambio, cun comportamento en nada adaptado aos patróns de dinámica vexe-

tal preconizados pola teoría fitosociolóxica, na que a estabilidade non aparece por ningunha parte (imprescindible ler os traballos de J. S. Carrión e o seu equipo do Departamento de Bioloxía Vexetal da Universidade de Murcia). Unha vexetación que en Europa se moveu desde a última glaciación nun contacto estreito coas actividades humanas, no que estas son parte dos procesos históricos causais da composición dos bosques. Sabemos que a velocidade de cambio do clima é elevada e que ao longo da vida dun exemplar dunha especie arbórea de lonxevidade media se producen modificacións de importancia.

O papel das perturbacións nos procesos naturais, entre elas as de orixe antrópica, e os cambios que desencadean, ás veces pouco predicibles, violentos e de grande extensión, empezan a ser tidos en conta nos ámbitos científicos. Por tanto, ábrese paso, con certa forza xa no mundo académico, pero aínda con escasa repercusión no resto dos cidadáns (imbuídos nunha especie de percepción Disney), unha maneira de ver a natureza máis pragmática e afastada do mito do Edén, que non considera antagónica a conservación dos bosques coa súa utilización.

No actual estadio cultural, a utilización dos montes como fonte de recursos económicos pode ser eticamente aceptable, se non se superan os limiares que leven a modificacións que impliquen cambios florísticos e estruturais de relevo, que é a tradución actual do significado da palabra conservación. Estes cambios son politicamente correctos a unha escala de percepción aínda de pequeno tamaño, en consonancia coa relativa novidade da toma de conciencia da importancia das perturbacións e dos bruscos cambios que poden desencadear, no funcionamento dos ecosistemas das zonas temperadas do planeta.

– Temos modelos de xestión xa consolidados. Na metade leste de Castilla y León temos exemplos notables de evolución forestal no último medio século ligadas á ordenación de piñeirais, tanto de montaña (Urbión), como de chaira (Coca), que nos posibilita a análise das circunstancias que o fixeron posible como fonte de información aplicable na transformación forestal doutras comarcas. Algúns montes levan ordenados máis dun século. Os montes ordenados máis antigos encóntranse nas zonas onde xa non hai incendios. Neste momento hai medio millón de hectáreas ordenadas (uns 1.300 montes), das cales a metade teñen certificado de xestión forestal sustentable (o 46% de toda a superficie certificada de España), ás que antes do verán (2007) esperamos engadir as restantes.

– Temos unha certa infraestrutura de transformación industrial. Esta base é moi importante, xa que sen ela non podería xerarse unha demanda sobre os aproveitamentos forestais. En xeral, é pequena e mediana industria familiar. Ademais, a realización dos traballos de silvicultura preventiva por empresas non só é eficaz de cara á loita contra incendios; tamén crea unha base de persoas con iniciativa empresarial que non abunda no mundo rural.

– O ámbito da actividade forestal supera o meramente local, polo que o sistema de poboamento, herdado do tipo de vida rural do século XIX, non é en si unha dificultade insalvable para xestionar os bosques; pola contra, as actividades forestais e de conservación da natureza poden axudar, polo seu ámbito comarcal, a redefinir o noso espazo rural. Ademais, a mala situación demográfica mitíggase en parte en función do nivel de actividade forestal alcanzado nalgúns comarcas. Naquelas en que a actividade forestal é unha parte importante da actividade económica non só se supera o problema dos incendios, senón que a situación demográfica é mellor, como na comarca de piñeirais de Soria-Burgos, e por iso os bosques son apreciados e a súa conservación está asegurada. Este feito local empeza a ter un valor de modelo recoñecido internacionalmente. Esta comarca acaba de ser considerada como “monte modelo” da Rede Mundial de Montes Modelo da que ata agora só formaban parte, en toda Europa, unha comarca en Suecia chamada Vilhelmina, na provincia de Vasterbotten, e outra comarca de Francia, Morvan, en Borgoña.

Resumo

A sociedade non parece entender que os incendios son un problema de base sociolóxica, fundado na cultura rural remanente do sistema agrario tradicional da primeira metade do século xx, con formas de manexo adaptadas ao modelo económico daquel tempo, no que o lume foi a gran ferramenta de manexo do mato.

O uso do lume é un fenómeno intemporal de escala planetaria, cuxo uso masivo comezou no Neolítico. Cada ano é a causa da queima dunha superficie de entre 300 e 400 millóns de hectáreas de bosque ao longo de todo o planeta, segundo os informes da FAO. En España prodúcense cada ano 20.000 incendios que afectan a terreos forestais.

Onde o mantemento do arborado non é un asunto prioritario para as poboacións locais, pola súa falta de importancia económica como fonte de rendas e social como fonte de emprego, séguese a usar o lume para manexo da vexetación e, como consecuencia, temos un problema endémico de incendios, máis acusado onde maior é a necesidade de controlar o mato.

España foi agrícola e gandeira. A silvicultura é unha novidade en termos históricos. O sistema agrario tradicional desapareceu nas zonas de montaña sen outro modelo de recambio, que necesariamente pasará pola utilización forestal multifuncional. Esta época de transición maniféstase en paisaxes cunha gran carga de combustible e unhas estruturas vexetais moi desfavorables fronte á inflamabilidade e combustibilidade, tales como diámetros delgados, elevada carga de combustible fino, continuidade horizontal e vertical, abundancia de mato no sotobosque no caso de formacións arboradas e grandes superficies desarboradas dominadas por mato heliófilo e pirofítico.

Na medida en que progresems na implantación xeral dun modelo de integración agrosilvopastoral, estaremos resolvendo o problema dos incendios forestais. O forestal non é a causa do problema, senón a súa solución.

Urxe traballar no manexo do territorio para lograr simultaneamente varios resultados: a evolución a curto prazo de estruturas vexetais moi combustibles cara a outras menos perigosas que as actuais e a superación dos problemas básicos da infraestruturas territorial, física e cultural herdada do pasado, que xuntas van permitir a medio prazo a posta en valor dos montes e a creación de emprego.

Na nosa Comunidade Autónoma temos experiencias consolidadas de que este camiño conduce á desaparición dos incendios.

Pero o camiño está cheo de dificultades: a incompreensión do fenómeno dos incendios, a falsa dialéctica urbana entre conservación e utilización, a desfavorable estrutura herdada, tanto física (minifundio, bosques novos e de especies pouco comercializables) como legal (descoñecemento ou falta de acreditación da propiedade privada) ou cultural (descoñecemento da cultura forestal), a equivocada elección de política de extinción de incendios desconectada do labor de prevención, a falta de fondos...

O desenvolvemento forestal require unha política con obxectivos claros, a pesar da súa complexidade, e sostida no tempo, ademais dunha estrutura organizativa e un investimento suficientes para executala, que actualmente en España son insuficientes.

O financiamento que se necesita, comparado con outros sectores económicos, resulta ridículo, e aínda resulta máis ridículo se pensamos que o seu destino representa máis da metade da superficie española. Non obstante, 1.000 millóns de euros anuais representan a diferenza entre estar no bo camiño de resolver o problema dos incendios forestais ou non facelo, e só son a metade do valor de mercado do secuestro.

4. A DEFENSA CONTRA INCENDIOS FORESTAIS NO PLAN FORESTAL ESPAÑOL. ACCIÓNES ESPECÍFICAS NO MEDIO RURAL

Autor

Ricardo Vélez Muñoz

1. Resumo

O diagnóstico realizado na Estratexia Forestal Española identifica as causas socioeconómicas que levaron á intensificación dos incendios forestais durante as tres últimas décadas. Entre elas destacan:

- O abandono de terras agrarias.
- As políticas económicas que incentivan ese abandono e a súa ulterior reforestación co obxectivo de reducir os excedentes agrícolas.
- O mantemento das prácticas tradicionais de queimas agrícolas e de pastos e de refugallo.
- Os conflitos derivados de limitacións de uso (espazos naturais protexidos), os conflitos de caza, o mercado de traballo no propio sector forestal, o proceso xeneralizado de urbanización do territorio, as vinganzas, o vandalismo, etc.
- A mala utilización das áreas forestais pola poboación urbana, ben como visitantes con fins recreativos, ben por construír residencias secundarias ou permanentes.

O número de iniciacións de lume amosa tendencia crecente, tanto en España como nos demais países mediterráneos da Unión Europea.

O grao de eficacia alcanzado polos medios de extinción, reforzados e tecnificados notablemente nos últimos dez anos, pode cualificarse como alto, como mostra a redución na porcentaxe de superficie forestal queimada. Esta eficacia permitiu limitar o impacto do lume favorecendo, paradoxalmente, o risco de que novos lumes se estendan pola acumulación de combustibles.

Os problemas e necesidades, detectados xa na fase de diagnóstico da Estratexia Forestal Española, céntranse, fundamentalmente, na identificación de causas, a necesidade de fomentar as actuacións preventivas, cunha especial énfase na silvicultura, e o mantemento do potencial de extinción. En consecuencia, son tres os obxectivos propostos:

- Determinación e actuación sobre as causas, tanto inmediatas como estruturais.
- Mellora constante das accións de prevención, con especial énfase na silvicultura preventiva e na sensibilización social.
- Homoxeneización á alza do nivel de eficacia de todas as administracións competentes na extinción.

As medidas necesarias detállanse agrupadas en tres seccións: planificación e coordinación, prevención e extinción.

Descríbese a seguir unha das liñas de traballo para a prevención, dirixida especificamente á poboación rural, dada a magnitude do número de incendios que ten a súa orixe no emprego do lume neste sector.

2. Introducción

Os incendios forestais inflúen adversamente sobre a estabilidade dos ecosistemas forestais, espindo os solos e contribuíndo así a acentuar a erosión. As características climáticas do medio mediterráneo, con prolongadas secas estivais acompañadas de altas temperaturas e a miúdo con fortes ventos terrais orixinan un alto grao de sequidade na vexetación cun elevado risco de ignición e propagación en caso de aparecer algún elemento ou axente desencadeador.

Durante o último decenio, o número de iniciacións de lume amosa tendencia crecente, mentres que a superficie queimada flutúa notablemente duns anos a outros, segundo as condicións de seca e vento de cada ano.

Malia o reducido número de lumes (0,2% como media anual) que se converten en grandes incendios, superiores a 500 ha, son estes os que producen máis graves impactos ambientais e económicos. Na extensión que alcanzan estes incendios inflúen as condicións climáticas, pero tamén a continuidade dos combustibles e incluso a aplicación de técnicas de loita non apropiadas ao medio forestal.

3. Diagnóstico da situación

O diagnóstico realizado na Estratexia Forestal Española identifica as causas socioeconómicas que levaron á intensificación dos incendios forestais durante as tres últimas décadas. Entre elas destacan:

- O abandono de terras agrarias, de forma que as terras abandonadas se ven invadidas naturalmente por especies colonizadoras como piñeiros e matogueiras que forman masas continuas, coetáneas e densas apenas xestionadas, sen interrupcións que freen o lume unha vez iniciado.
- As políticas económicas que incentivan ese abandono e a súa ulterior reforestación, co obxectivo de reducir os excedentes agrícolas, sen que existan simultaneamente programas de silvicultura preventiva con dotación económica suficiente para actuar sobre as acumulacións de combustibles que se producen. Estas acumulacións inflúen decisivamente na extensión que poden adquirir as superficies queimadas.
- O mantemento das prácticas tradicionais de queimas agrícolas e de pastos e de refugallos, que se identifican como causa en numerosos incendios intencionados, especialmente nas áreas rurais do noroeste e do Cantábrico.
- Entre outras motivacións de incendios intencionados poden citarse, ademais, os conflitos derivados de limitacións de uso (espazos naturais protexidos), os conflitos de caza, o mercado de traballo no propio sector forestal, o proceso xeneralizado de urbanización do territorio, as vinganças, o vandalismo, etc.
- A mala utilización das áreas forestais pola poboación urbana, ben como visitantes con fins recreativos, ben por construír residencias secundarias ou permanentes.

É importante destacar que o número de incendios atribuídos a causas descoñecidas, ben que decreceu de forma considerable durante os últimos anos debido á aplicación de técnicas avanzadas de investigación, é aínda moi significativo, en especial nalgunhas comunidades autónomas (CCAA).

Da análise de indicadores anexa dedúcese que o número de iniciacións de lume amosa tendencia crecente, tanto en España como nos demais países mediterráneos da Unión Europea. Aínda que gran parte destas iniciacións quedan en conatos (menos de 1 ha), o seu elevado número compromete os resultados que poden obterse cos medios de extinción, obrigando a incrementar continuamente os

investimentos neles. Dado que os obxectivos da prevención son, entre outros, reducir este número, é evidente que non se acadou aínda a intensidade desexable nas accións preventivas.

Os indicadores sinalan tamén que o grao de eficacia atinxido polos medios de extinción, reforzados e tecnificados notablemente nos últimos dez anos, pode cualificarse como alto, como mostra a redución na porcentaxe de superficie forestal queimada. Esta eficacia permitiu limitar o impacto do lume favorecendo, paradoxalmente, o risco de que novos lumes se estendan pola acumulación de combustibles.

Non obstante, a tecnificación dos medios de extinción non alcanzou o mesmo nivel en todas as CCAA, polo que os resultados en canto a redución na porcentaxe de superficie queimada son heteroxéneos. Isto fixo necesario incrementar o apoio que presta a Administración xeral do Estado (Ministerio de Medio Ambiente) nas situacións máis comprometidas, así como promover a aplicación de novas tecnoloxías, a formación de persoal e a investigación de novos métodos e materiais.

4. Obxectivos do Plan Forestal Español

Os problemas e necesidades, detectados xa na fase de diagnóstico da Estratexia Forestal Española, céntranse, fundamentalmente, na identificación de causas, na necesidade de fomentar as actuacións preventivas, cunha especial énfase na silvicultura, e no mantemento do potencial de extinción. En consecuencia, son tres os obxectivos propostos:

- Determinación e actuación sobre as causas, tanto inmediatas como estruturais.
- Mellora constante das accións de prevención, con especial énfase na silvicultura preventiva e na sensibilización social.
- Homoxeneización á alza do nivel de eficacia de todas as administracións competentes na extinción.

5. Medidas que compoñen o Plan

Para desenvolver estes obxectivos propóñense as seguintes accións:

En relación coa **planificación e a coordinación**:

- Coordinación dos plans das comunidades autónomas e da Administración xeral do Estado (AXE) mediante o Comité de Loita contra Incendios Forestais (CLIF), baseada na distribución do risco e en criterios de custo-eficacia.
- Fomento da comarcalización da defensa contra incendios forestais mediante a redacción e aplicación de plans comarcais de defensa por persoal técnico competente con formación específica.
- Seguimento do perigo de incendios mediante unha estatística detallada (base de datos EGIF), intensificando a aplicación da teledetección e das tecnoloxías SIG para a avaliación de danos e a determinación de riscos.
- Extensión dos sistemas de predición do perigo e do comportamento do lume mediante reforzo da rede meteorolóxica forestal en coordinación co Instituto Nacional de Meteoroloxía.
- Revisión periódica dos sistemas de índices de perigo, para a súa constante adaptación ás condicións reais de cada zona en particular.
- Fomento da contratación plurianual polas administracións (AXE/CCAA), tanto de persoal como de empresas para a defensa contra incendios forestais.

- Coordinación das contratacións de servizos e subministracións polas administracións (AXE/CCAA) para conseguir economías de escala.
- Fomento da profesionalización do persoal que traballa na defensa contra incendios forestais mediante un sistema xeral (AXE/CCAA) de homologación da formación do devandito persoal e a súa certificación, tendo en conta, ademais, a experiencia práctica.

En relación coa **prevención**:

- Mellora dos sistemas de identificación das causas para reducir a porcentaxe das clasificadas como descoñecidas, mediante o fomento dos cursos de formación para axentes forestais e policías e do número de brigadas de investigación que funcionan en varias CCAA
- Introducción de normas legais disuasorias do emprego do lume por intereses económicos e aplicación das sancións previstas pola lexislación forestal e polo Código penal.
- Sensibilización da poboación para evitar o emprego do lume no monte, mediante campañas permanentes e estacionais.
- Avaliación dos posibles efectos non desexados da aplicación dos sistemas comunitarios de subvencións á gandaría extensiva.
- Programa específico de prevención de incendios provocados polas queimas realizadas por agricultores e gandeiros mediante:
 - Concienciación directa da poboación rural sobre os danos que o lume causa para a súa propia economía.
 - Organización conxunta de queimas controladas entre a Administración e as asociacións de agricultores e gandeiros, fomentando o funcionamento de equipos comarcais de prevención integral.
 - Reforzo da vixilancia móbil con fins disuasorios, fomentando o equipamento de patrullas municipais nas zonas de maior risco.
 - Fomento das asociacións de voluntarios para a vixilancia preventiva.
 - Fomento do asociacionismo forestal para a intensificación da silvicultura preventiva (devasas, diversificación de especies, queimas controladas, etc.) en montes privados e públicos e o fortalecemento da infraestrutura de protección (puntos de auga, carreiros, pequenas bases aéreas, etc.).
 - Subvención dos traballos de silvicultura e infraestruturas preventivas que realizan as comunidades autónomas.
 - Desenvolvemento da normativa de áreas de devasa na interface urbana/forestal para a autoprotección de urbanizacións, incluída nos plans de ordenación urbana.
 - Seguimento da aplicación do Programa de Forestación de Terras Agrícolas, para que se realicen os adecuados labores de silvicultura preventiva.

En relación co mantemento e a mellora do nivel de eficacia na **extinción**:

- Mantemento da frota de avións anfíbios e helicópteros para a cobertura aérea xeral coa colaboración do Exército do Aire e da Garda Civil.
- Mellora da coordinación para facer fronte aos grandes incendios mediante utilización por todas as administracións (CCAA/AXE) de unidades aéreas de coordinación, unidades móbiles de meteoroloxía e transmisións e brigadas de reforzo (BRIF).

- Extensión dos sistemas de toma de decisións mediante a aplicación a territorios concretos dos métodos informáticos de predición e simulación do comportamento do lume e de xestión de medios.
- Mantemento do sistema de normalización de materiais e equipos a través do Comité de Loita contra Incendios Forestais (CLIF), para garantir a calidade e mellorar as economías de escala das contratacións que as distintas administracións fan coas súas respectivas dotacións orzamentarias.
- Complementariedade dos dous sistemas de extinción actualmente en uso, un baseado nos bombeiros urbanos e outro en persoal rural debidamente especializado, co fin de aproveitar as vantaxes que un e outro poidan presentar en cada caso.

6. Indicador xeral de resultados do Plan contra incendios forestais

Como indicador de resultados elixiuse o “índice de gravidade” anual, calculado como porcentaxe de superficie forestal queimada respecto da forestal nacional.

Como obxectivo ata o 2008 marcouse o 0,3 % e en 30 anos, o 0,2 %. Trátase dun obxectivo realista xa que no ano 2002 se rebaixou o índice de gravidade ao 0,39 %, o que contrasta co 1,6 % en 1994 e os índices próximos ao 1 % que eran habituais nas décadas anteriores. En 2003, non obstante, o índice volveu crecer, superando o 0,5%.

7. A posta en marcha do Plan

Aprobado o Plan Forestal Español polo Goberno no ano 2002, a súa posta en marcha precisaba a actualización urxente da lexislación forestal básica, que databa do ano 1957 e, aínda que tecnicamente seguía sendo válida, non se axustaba á nova estrutura do Estado nin aos principios vixentes da estratexia forestal.

En 2003 concluíu a discusión e aprobación parlamentaria da nova Lei de montes, cuxo proxecto foi elaborado no Consello Nacional de Bosques, con intervención de todas as administracións (Estado e comunidades autónomas), xunto aos sectores económicos, profesionais e científicos relacionados co monte.

Para o conxunto de accións relacionadas coa defensa contra incendios forestais estase actualizando o inventario de recursos materiais e económicos que destina o conxunto das administracións, para identificar deficiencias en dotacións.

Así mesmo, a execución do Plan require ir establecendo prioridades segundo as circunstancias o exixan.

Actualmente, o Acordo da Conferencia Sectorial de Medio Ambiente, de xaneiro de 2005, sinalou as seguintes:

- A implicación de toda a sociedade na prevención dos incendios forestais.
- A sensibilización da poboación rural para o emprego correcto do lume nas prácticas tradicionais de manexo da vexetación (queimas de pastos e de restrollos).
- Aplicación da lexislación sancionadora con intervención da Fiscalía.
- Intensificación da silvicultura preventiva.
- A prevención na interface urbana/forestal.

- A coordinación sistematizada dos medios de extinción do conxunto das administracións.
- A certificación e homologación dos sistemas de formación de persoal a todos os niveis.

8. A poboación rural como causante de incendios forestais

O lume como ferramenta para o manexo da vexetación foi durante milenios a base da agricultura e da gandaría. Actualmente o lume é aínda compoñente esencial das tecnoloxías rurais en moitos lugares do mundo. A bacía mediterránea non é unha excepción. Non obstante, nas condicións socioeconómicas descritas anteriormente o lume pode ser tamén compoñente de varios conflitos e orixe de incendios forestais.

Algúns destes conflitos descríbense a seguir.

Persistencia contra “tumba e queima” con fins agrícolas

Este conflito é producido polo emprego do lume para eliminar vexetación forestal e substituí-la por colleitas agrícolas.

Na bacía mediterránea este conflito está desaparecendo ao diminuír drasticamente a demanda de terras para agricultura. Só onde o regadío é posible existe demanda. Evidentemente, isto está limitado pola dispoñibilidade de auga. Ademais, a Política Agrícola Común (PAC) da Unión Europea disuade da ampliación de novas explotacións agrícolas en zonas forestais, que normalmente terían baixa produtividade, tanto polo tipo de solo como pola topografía.

Abandono de terras

Este conflito aparece ao cesar o cultivo de terras marxinais, ben espontaneamente ben incentivado pola PAC para reducir excedentes. O abandono dá lugar á invasión polas especies de monte nun proceso que xa se describiu, así como as súas consecuencias, incrementando a combustibilidade do territorio.

A tendencia, neste conflito, é a regulación mediante o cambio incentivado de terras agrarias a cultivos forestais con fondos da PAC, tanto para establecemento como para mantemento, incluíndo silvicultura preventiva. Non obstante, o proceso de abandono espontáneo é moito máis rápido que a aplicación das políticas correctoras. Pódese afirmar que os agricultores desaparecen antes de que cheguen as subvencións. En moitos casos non interesa investir diñeiro en protexer algo que dificilmente vai producir unha renda. É dicir, o abandono de terras é un conflito que tende a empeorar.

Queima de pastos e matos para gandaría

En todos os países a lexislación prohibe o emprego do lume nas áreas forestais e nunha zona arredor delas (200 m en Francia, 300 m en Portugal, 400 m en España). Fóra desta zona é preciso solicitar permiso nos servizos forestais ou de medio natural para poder queimar, o que só se obtén cando o índice de perigo é baixo ou moderado (Vélez, 2000a).

Estas regulacións preventivas, non obstante, poden entrar indirectamente en contradición con outras que tratan de manter explotacións gandeiras nas zonas de montaña e evitar o seu despoboamento e o conseguinte abandono.

Un indicador da despoboación é a idade media dos habitantes desas zonas, cada vez máis alta. O envellecemento vai acompañado por unha redución na forza física e pola resistencia ao cam-

bio en prácticas tradicionais como o uso do lume. As queimas que, na súa mocidade, moitos campesiños facían acompañados polos seus veciños, agora fanas sós, converténdose en incontrolables e orixinando numerosos incendios.

Lamentablemente, estas mesmas queimas poden ser letais para os que as provocan. En 2003 morreron nove persoas de máis de 67 anos en incendios iniciados por queimas en España e 83, igualmente anciás, en Portugal (Viegas, 2004).

As subvencións da PAC para a gandaría extensiva consisten en primas por cabeza de ovella ou cabra, sen que se exixa unha relación entre este gando e a terra en que paze (propiedade, arrendamento, etc.).

En moitos casos os que conseguen estas subvencións son os que saben como solicitálas e frecuentemente proceden do ámbito urbano. Os pastores que se poden contratar para atender o gando teñen que buscar onde alimentalo e empregan o lume, como se dixo antes, con escaso control.

Este problema podería minimizarse con maior coordinación interna na normativa da PAC e mediante a promoción de queimas controladas.

Queima de residuos agrícolas

O lume que entra na área forestal pode proceder da queima de residuos de colleitas (queima de restollos) para preparar o terreo para a sementeira. Esta é unha operación tradicional nos campos de cereal. Tamén se emprega para eliminar mato e malas herbas.

A normativa sobre estas queimas é paralela á relativa á queima de pastos. O conflito aparece por falta de aplicación das medidas preventivas incluídas nos permisos de queima. É máis barato non aplicálas. Se a queima escapa e non hai permiso, é a Administración a que ten que demostrar quen queimou (carga da proba) para poder aplicar a lexislación sancionadora.

A tendencia neste conflito é a que se incrementa. Para os cultivos de secaño a terra é un mero soporte, xa que a materia orgánica que chega a vexetación é destruída ano tras ano polas queimas repetidas e é necesario engadir, tamén ano tras ano, fertilizantes para manter o cultivo de forma non ecolóxica.

Os efectos negativos destas queimas, tanto ecolóxicos como económicos, induciron en 2005 a prohibición pola Comisión Europea das queimas en terreos beneficiarios de subvencións da PAC. Para facer efectiva a prohibición, as subvencións serán anuladas se se produce a queima.

Declaración de zonas especialmente protexidas

Os conflitos neste caso proceden das limitacións de uso que a declaración produce ás poboacións locais. Cando unha rexión é declarada parque nacional, parque natural ou algunha outra figura de protección, establécense restricións co obxectivo da conservación ou para restauración dos recursos naturais. Isto ten influencia inmediata na forma de vivir dos habitantes da zona, o que pode perturbar os usos e costumes tradicionais, xerando confrontacións que se manifesten con incendios.

As políticas ambientais deben recoñecer estes conflitos potenciais e adoptar medidas compensatorias para toda a poboación afectada polas restricións.

Este tipo de conflitos pode estenderse, mesmo a pesar das devanditas medidas compensatorias.

9. Algúns datos sobre os incendios de orixe rural

A Base Xeral de Datos de Incendios Forestais (EGIF) de España contén información sobre a causa de cada incendio.

Hai dúas clases de causas en que aparece a “orixe rural”:

- Neglixencia: inclúe dúas subclases, “queima agrícola” e “queima de pastos”.
- Intencionado: inclúese a motivación do incendiario, cando se puido determinar. As queimas rurais sen permiso inclúense nesta clase. É dicir, as “queimas agrícolas” e as “queimas de pastos” volven aparecer aquí. Outra subclase en “intencionado” é a “queima para espantar animais que fan dano nos cultivos”.

As cifras medias no período 1991-2003 son as seguintes:

Causa rural	Porcentaxe do total de incendios	Porcentaxe da superficie queimada total
Neglixencia (queimas legais)		
– queima agrícola	4	5
– queima de pastos	3	2
Intencionado (queimas ilegais)		
– queima agrícola	33	16
– queima de pastos	17	30
– danos de animais	3	3
	60	56

É dicir, case dous terzos do número total de incendios ten orixe rural relacionada co uso tradicional do lume.

Outros lumes son tamén causados por persoas que viven no medio rural, aínda que as súas motivacións teñen máis relación coa natureza humana, como as vinganzas, que coas tecnoloxías agrícolas.

A magnitude destas cifras fai prioritario o establecemento dunha política sistemática de prevención dirixida á poboación rural.

10. Políticas de prevención

Para deseñar estas políticas é necesario ter en conta que:

- A poboación rural emprega o lume con fins utilitarios.
- A prohibición absoluta do lume nunca funcionou como medida de prevención.
- Os efectos do lume pódense controlar con técnicas adecuadas.

Neste marco establecéronse tres liñas permanentes de acción:

- Accións de persuasión (educación ambiental).
- Accións de conciliación de intereses (lograr a compatibilidade entre os intereses forestais, agrícolas e gandeiros).
- Accións de coordinación en vixilancia, detección e extinción.

11. Persuasión. Educación ambiental

Para encarar efectivamente os aspectos negativos do emprego tradicional do lume, o primeiro tipo de actividades ten natureza persuasiva, co obxectivo de lles mostrar aos habitantes do medio rural que son eles mesmos os prexudicados directamente polos incendios forestais. A transferencia desta mensaxe á poboación rural ten unha dificultade importante: a desconfianza básica desa poboación respecto da Administración, que controla as actividades no territorio, pon multas, cobra impostos, etc.

As campañas de sensibilización dirixidas á poboación rural comezaron en España nos anos 1980. Ao principio dos anos 1990, encontraron un instrumento inusual para transmitir a mensaxe: representacións teatrais a través das cales o problema e as súas consecuencias se presentaban de forma realista e non oficialista. Estas representacións, feitas por compañías profesionais de teatro non identificadas como axentes da Administración, presentaban en forma dramática como as actividades rurais causan incendios e teñen tráxicas consecuencias para os mesmos que os causan, con perda incluso das súas vidas (Vélez, 1987). Na última década sete obras de teatro foron escritas por autores famosos e representadas en zonas rurais durante as épocas de perigo, tanto en verán como en inverno (moitas queimas de pastos e de mato ocorren durante os meses de inverno).

Decenas de miles de persoas do medio rural viron estas obras de teatro nas prazas das súas vilas pola noite, no verán, ou en escolas, polideportivos, mesmo en igrexas, durante o inverno. Estas persoas puideron así reflexionar e comentar cos seus veciños a existencia do risco por queimas agrícolas e de pastos e as súas consecuencias negativas para eles mesmos.

Sistematicamente fixéronse enquisas de opinión entre os espectadores e comprobouse que a receptividade destas campañas pola poboación rural é consistente. Hai algunhas diferenzas entre as respostas de “inverno” e as de “verán”, debidas probablemente á distribución en zonas. As campañas de inverno cobren xeralmente rexións do noroeste e do norte, mentres que as de verán percorren as mediterráneas. En inverno os campesiños varóns teñen máis tempo libre ca no verán e asisten ás representacións máis asiduamente en inverno ca en verán.

A impresión xeral é que a maioría das persoas non se preocupan polos incendios forestais, pero os que asisten ás representacións din que a eles si lles afectan. O grao de autosatisfacción é menor en verán.

Quizais nesta estación, a partir de xuño, cando hai grandes incendios, a xente é máis sincera. É interesante comprobar que agrada moito que as representacións se fagan no medio rural, é dicir, onde conviven tanto causantes dos incendios como os que os sofren.

En conclusión: as respostas ás enquisas amosan a xeral aprobación da mensaxe (a poboación rural causa incendios coas súas queimas, que lles prexudican directamente) e da forma de transmitila (mediante representacións teatrais nas vilas).

12. Conciliación de intereses

O emprego tradicional do lume como ferramenta das tecnoloxías rurais (agrícolas e gandeiras) foi clasificado como actividade perigosa por todas as administracións europeas. Ás veces prohibiuse radicalmente, sen éxito. Por iso, a maioría dos sistemas legais optaron pola autorización regulada das queimas, fixando zonas e períodos de prohibición e requirindo a obtención de permisos, así como a adopción de medidas preventivas para evitar que o lume escape do terreo para o cal se autorizou. Non obstante, hai sempre persoas que non piden permiso nin toman precaucións e seguen queimando, dando lugar a incendios.

O conflito de intereses é evidente aquí: a poboación rural queima para manexar a vexetación, pero a Administración trata de limitar as queimas para previr que se convertan en incendios.

Este conflito aparece ás veces de forma indirecta. Por exemplo, no noroeste de España tense observado que, ao aumentar o número de aeronaves empregadas en detección e extinción, a hora de iniciación dos lumes se foi desprazando desde as primeiras horas da tarde cara a despois do solpor.

Os que querían queimar sen permiso descubrían que era máis fácil facelo, e non ser detectados, cando as aeronaves non voan por falta de luz.

Agora que a queima de restollos foi prohibida pola Comisión Europea, os agricultores teñen dúas formas de eliminar a palla:

- Queimando ilegalmente de forma incontrolada.
- Cortando as espigas coa colleitadora o máis preto posible do chan, baixando os peites. Isto tamén é perigoso porque se producen faíscas ao chocar os peites coas pedras do terreo e pódense iniciar incendios.

A conclusión é que a simple prohibición das queimas non é suficiente e que é preciso buscar a conciliación de intereses para previr o incendiarismo.

O programa EPRIF (Equipos de Prevención Integral de Incendios Forestais)

A conciliación de intereses entre campesiños e Administración é promovida mediante un programa de queimas controladas de inverno. Este programa comezou en 1999 nas rexións noroeste e norte de España en tres comarcas de alto risco.

Na época de perigo de inverno 2004-2005 o programa funcionou en nove comarcas nas seguintes provincias:

Provincia	Nº incendios*	Superficie queimada*
1. Pontevedra	3.017	3.930
2. Ourense	3.324	13.763
3. Asturias	1.168	10.479
4. Cantabria	336	3.758
5. Navarra	263	1.133
6. Zamora	502	8.664
7. León	652	16.872
8. Burgos	180	2.002
9. Cáceres	736	6.751

* Media de 10 anos (1991-2000)

En cada comarca funciona un equipo (EPRIF) de catro especialistas. Trátase de persoal que no verán traballa nas BRIF (brigadas helitransportadas) e que está adestrado en queimas controladas e en relacións coa poboación rural.

O EPRIF traballa en estreita coordinación co servizo forestal (Medio Natural) local, aínda que a organización e o orzamento procede do Ministerio de Medio Ambiente.

As actividades do EPRIF

Os EPRIF traballan de novembro ata abril do ano seguinte. As súas actividades son as seguintes:

- a) Diagnóstico do perigo de incendios forestais
 - Análise da información sobre causas de incendios forestais na base de datos EGIF
 - Identificación das necesidades locais en canto a queimas (número de cabezas de gando)
 - Identificación das prácticas locais de queima (métodos de queima, épocas, etc.)
 - Identificación das relacións entre a Administración forestal e a poboación (avaliación de conflitos)
- b) Relacións públicas
 - Presentación do programa de queimas controladas ás autoridades locais (alcaldes) e aos técnicos e axentes forestais da comarca
 - Reunións coas asociacións locais de agricultores e gandeiros, visitas a feiras de gando, etc.
 - Demostración do programa
- c) Preparación conxunta de plans de queima coas asociacións de agricultores e gandeiros e os forestais locais
- d) Execución e avaliación das queimas con axuda dos medios de extinción da Administración para evitar escapes
- e) Vixilancia móbil con pequenos vehículos autobomba
- f) Traballos de extinción cando sexa necesario
- g) Investigación de causas de incendios na comarca

Perfil dos especialistas EPRIF

Para que realicen eficientemente o seu traballo, os especialistas son seleccionados cos criterios seguintes:

- Técnicos (idade preferente entre 25 e 35 anos) con título universitario forestal (enxeñeiros forestais)
- 5 anos de experiencia nas BRIF como técnicos de brigada
- Formación práctica en queimas controladas, obtida durante o seu traballo nas BRIF
- Boa aptitude para relacionarse con outras persoas, identificada polo seu historial nas BRIF e comprobada mediante unha entrevista
- Boas condicións físicas, de acordo coas normas para o persoal de extinción (proba do banco)

Convén que os coordinadores de cada EPRIF teñan, ademais, un diploma do Curso superior de prevención, organizado polo Ministerio de Medio Ambiente.

Procedementos de traballo

Fase 1: Mediante contactos entre o Ministerio de Medio Ambiente e as comunidades autónomas incluídas no Programa EPRIF, tendo en conta a sinistralidade segundo a base de datos EGIF, decídense as comarcas en que se vai traballar. A esas comarcas envíanse os EPRIF contratados mediante concurso público.

O contrato finánciase con cargo ao orzamento da Dirección Xeral para a Biodiversidade (MMA/Dirección Xeral para a Biodiversidade) e cobre os salarios do persoal, as súas axudas de custo e outros custos (vehículos, materiais, etc.).

Fase 2: O EPRIF chega á comarca asignada e establécese na oficina proporcionada polo servizo forestal ou polo concello. A continuación, organízase unha reunión de presentación cos técnicos e axentes forestais locais e co alcalde, se é posible, para explicar ou recordar os obxectivos do programa EPRIF e falar sobre as causas de incendios e as dificultades para previlos. Nesta reunión e nas seguintes, o EPRIF recolle información sobre os posibles conflitos que poidan existir entre os agricultores e gandeiros e a Administración. Ás veces estes problemas proceden de intereses contrapostos entre poboacións da mesma comarca (cabeceira e núcleos menores).

O proceso de identificación de conflitos debe completarse despois de escoitar tamén os campesiños en reunións posteriores.

Nesta fase a diplomacia é indispensable, porque o EPRIF ten que traballar con todos.

A explicación dos obxectivos do EPRIF é un momento crítico, porque para algúns “prevención de incendios” pode parecer sinónimo de “exclusión do lume”.

O obxectivo, como se indicou, é promover as queimas controladas, de acordo coa Lei de montes e a lexislación autonómica, para evitar precisamente as queimas ilegais e os incendios por escapes destas.

Outro punto crucial ao presentar os obxectivos é facer comprender que o principal é a **prevención**.

Ás veces as autoridades e os forestais locais ven o EPRIF como un cualificado grupo de expertos en extinción (sono realmente) e gustaríalles dedicalos a esta actividade en lugar de ás queimas preventivas.

Fase 3: A información obtida nestas primeiras reunións ten que ser completada analizando a base de datos e entrevistando outras persoas, por exemplo, a asociación local de agricultores (se existe), o sindicato de traballadores do campo, os principais gandeiros (se se dedican á gandaría extensiva). Os servizos agronómicos e veterinarios tamén poden ser fonte de información, xa que son responsables da distribución das subvencións da PAC e poden explicar quen e como as recibe.

Un dato importante sobre a gandaría é a relación entre propiedade dos pastos e do gando. Cando non existe ningunha relación, hai máis probabilidade de que se realicen queimas ilegais de pastos e de mato sen tomar ningunha medida preventiva para evitar escapes.

Outras fontes de información poden ser os subministradores locais de ferramentas, máquinas, fertilizantes, etc.

Fase 4: Despois de obter unha imaxe aproximada da situación na comarca, é necesario que o EPRIF entre en contacto cos grupos de risco, encontrándoos nas feiras de gando, nos bares polas tardes, na igrexa os domingos, etc.

A poboación local debe saber que o EPRIF reside na comarca e que está para axudar a usar o lume correctamente e non para poñer multas. Para isto pode ser interesante organizar unha reunión ampla aberta no concello e anunciar que o EPRIF está dispoñible para preparar plans de queima, xestionando os permisos e ensinando a queimar correctamente.

Estas reunións poden coordinarse coas actividades de educación ambiental (parágrafo 5.1) relacionando a súa mensaxe (**a poboación rural orixina incendios coas súas queimas e resulta prexudicada por iso**) e o ofrecemento de preparar plans de queima, co apoio de medios de extinción, se é necesario. Os asistentes a estas reunións deben coñecer o enderezo e o número de teléfono móbil do EPRIF para podelo localizar cando desexen organizar unha queima.

Fase 5: Débese preparar unha primeira demostración do Programa EPRIF en coordinación cos forestais locais.

Sería interesante elixir dous lugares, un en monte público e outro en monte particular, pedíndolles aos propietarios que contribúan a divulgar os resultados da demostración.

Estas queimas consistirán sempre en queimas de pasto ou de mato (modelos 1, 2, 3, 4, 5, 6) (ICONA, 1997) e nunca se farán baixo cuberta arbórea.

Na demostración seguiranse todas as fases dunha queima controlada, é dicir:

- a) Solicitar permiso ao servizo forestal, con datas alternativas e condicións de risco baixo)
- b) Informar da data de queima aos veciños, ao axente forestal e á Garda Civil.

- c) Establecer as necesidades de persoal e equipo para controlar con seguridade a queima. Se se considerase necesario, debería solicitarse axuda ao servizo forestal ou ao servizo contra incendios ou aos veciños.
- d) Limpar unha devasa arredor da superficie que se vai queimar, creando unha barreira sen combustible entre esa superficie e o monte que se quere protexer. Para iso pode ser necesario pedir a colaboración dalgún *bulldozer* que estea a traballar para o servizo forestal nas proximidades.
- e) Obter unha predición meteorolóxica para estimar o posible comportamento do lume. Este tema pode desenvolverse nunha reunión (seminario) cos agricultores e gandeiros. Moitas veces eles saben ben o que pode pasar se queiman en certas condicións, pero outras non teñen un concepto claro do comportamento do lume e toman decisións equivocadas.
- f) Considerar a seguridade das persoas na queima. É interesante recordar as vítimas que se produciron queimando.
- g) Facer o plan de queima (por treitos, por puntos, en moreas, hora do día, etc.) e decidir o momento de iniciala.
- h) Avaliar os seus resultados:
 - Custos
 - Consunción da vexetación
 - Rexeneración posterior de herba e mato
 - Posibles danos

Fase 6: Toda esta preparación consome tempo, pero, á vez, contribúe a crear un ambiente positivo na comarca acerca desta actividade e fai máis fluídas as relacións entre a poboación rural e os servizos e autoridades locais.

É dicir, esta fase significa que é preciso dar información continuamente para producir un fluxo de peticións de plans de queima.

Por exemplo, pódense enviar fotografías das queimas aos xornais provinciais e datos ás radios locais. Deste xeito tamén a poboación urbana coñecerá esta actividade preventiva e poderá aprender que a queima controlada é unha boa alternativa.

Fase 7: Unha vez que a actividade foi introducida na comarca, o EPRIF debe continuar ofrecendo os seus servizos sistematicamente de acordo co descrito na fase 4.

Avaliación do traballo dos EPRIF

O control do traballo dos EPRIF faise mediante informes detallados preparados despois de cada actividade.

Estes informes proporcionan datos para seguir as actividades e comprobar se se logran os obxectivos.

Na campaña de novembro de 2003 a abril de 2004 realizáronse as seguintes actividades en seis comarcas:

Actividades	Número	Tempo	Superficie (ha)
– Reunións con campesiños e Administración	387	705:15	–
– Charlas de sensibilización	90	229:50	–
– Manexo de combustibles sen lume	11	51:30	14
– Queima controlada	236	893:35	2.493
– Extinción	300	449:42	2.307
– Investigación de causas	1	2:15	–
– Actividades loxísticas	–	5.714:48	–

a) Reunións: o 38% das reunións foron con campesiños. As demais mantivéronse coa Administración forestal ou coas autoridades municipais. De feito, para promover unha queima controlada é preciso tratar coa Administración para obter permisos, preparar plans, etc.

b) Sensibilización: o 88% das charlas impartíronselle á poboación local. O seu obxecto principal era a formación para queimar correctamente.

c) Manexo de combustibles sen lume: esta actividade é necesaria, ás veces, para protexer casas ou outras instalacións, como alternativa ao emprego do lume.

d) Queima controlada: só o 7% da superficie queimada era de propiedade particular. O 67% das queimas tiña como obxectivo a preparación de pastos. Estas terras son, en moitos casos, municipais ou comunais, arrendadas aos gandeiros para o pastoreo. No 86% das queimas os resultados eran **satisfactorios** a xuízo dos propietarios ou beneficiarios do terreo.

e) Extinción: aínda que este non é o obxectivo principal, os EPRIF axudan en moitos incendios, dado que cando é posible facer queima controlada tamén é, lamentablemente, posible queimar ilegalmente.

Só nunha provincia o traballo de extinción ocupou a maior parte do tempo do EPRIF. A avaliación final nesta provincia mostrou que era necesario facer comprender mellor os obxectivos do EPRIF ao servizo forestal local.

f) Investigación de causas: só se recibiu unha petición para facela, o que indica que os servizos locais non están moi interesados nesta actividade, aínda que os membros do EPRIF son expertos niso. Nalgunhas provincias hai brigadas de investigación, pero noutras non. Por iso é preciso mellorar a coordinación neste aspecto no futuro.

Estas cifras amosan o nivel de actividade dos EPRIF. Despois de cinco anos de programa empeza a haber resultados alentadores. En todas as comarcas en que traballan os EPRIF obsérvanse cambios drásticos nas actitudes acerca do uso do lume, tanto entre os campesiños como entre os forestais locais. Agora compróbase que se poden controlar as queimas traballando xuntos, evitando así que o lume pase ao monte.

No verán de 2004, despois da campaña EPRIF, observouse unha redución notable no número de incendios nas seis comarcas de traballo.

13. Coordinación entre os recursos da Administración e a poboación local

A antiga organización contra os incendios forestais baseábase na reacción dos veciños ante o lume. Non obstante, o elevado número de incendios na actualidade e o envellecemento dos que aínda residen no medio forestal fixeron esa opción obsoleta e obrigaron a Administración a facerse cargo definitivamente da defensa contra o lume.

A sofisticación dos recursos e técnicas empregadas pola Administración, presionada pola poboación urbana para que lograrse resultados rápidos, colocou a poboación rural na posición de observadores. Aínda que a Lei de montes fai obrigatoria para todos a colaboración na extinción, os servizos da Administración adoitan preferir que a poboación se manteña lonxe da liña de lume, principalmente por razóns de seguridade e tamén pola dificultade para integrala nas operacións de extinción.

A seguridade é primordial. Por iso esta actitude da Administración debe ser unha regra xeral. Non obstante, hai moitas tarefas en que a poboación local pode axudar eficientemente. De feito, a educación ambiental xera a necesidade de crear oportunidades para que esa poboación poida axudar. En España hai dous tipos de organizacións con esta finalidade:

- Os grupos de voluntarios
- As asociacións de defensa forestal (ADF)

Os grupos de voluntarios

Tanto a Lei de montes como as lexislacións autonómicas promoven a creación de grupos de voluntarios dando apoio económico e creando un marco legal para as súas actividades. A Comunidade Valenciana é un exemplo interesante (Suárez, 2000). A súa lexislación dá ese marco e establece un orzamento para organizar os grupos con certas condicións:

- A participación debe estar aberta a toda clase de persoas sen discriminación por orixe, sexo ou idade.
- O papel dos voluntarios é preventivo, é dicir, deben informar os visitantes das áreas forestais acerca do perigo de incendios e das precaucións que deben tomar para evitalos.
- A extinción está excluída das súas actividades. Deben traballar, precisamente, para a prevención. Por iso non deben pasar por probas físicas de aptitude nin ter experiencia de extinción. Tampouco deben levar equipo para iso.
- “Voluntario” non significa “espontáneo”. É dicir, deben recibir unha formación para realizar ben a súa tarefa. Para iso a Administración dedica un orzamento para uns breves cursos de formación nas poboacións onde teñan a súa base os grupos.
- A prevención de incendios debe ser compatible coa vida diaria do voluntario. Por iso, non é un traballo obrigatorio e non hai ningunha relación laboral entre o voluntario e a Administración.
- Todos os voluntarios recibirán da Administración un certificado de “voluntario”. Este certificado significa que a Administración apoia as súas actividades en prevención de incendios forestais dentro das condicións xerais.
- Os grupos deben elaborar os seus propios programas de actividades, que poden ser supervisados pola Administración.
- A Comunidade Valenciana ten un orzamento para compra de equipo (vehículos, emisoras, roupa de traballo, cursos de formación).

Un programa normal de formación dun grupo de voluntarios debe incluír os seguintes temas:

- Perigos para o medio ambiente, causas de incendios, meteoroloxía, vexetación forestal
- Comportamento do lume en ambiente mediterráneo
- Plans de prevención: sensibilización, silvicultura preventiva
- Organización: regras básicas de funcionamento
- Métodos para accións disuasorias: relacións públicas, transmisión de mensaxes a outras persoas, comprensión de actitudes doutras persoas, formas de cambiar actitudes negativas
- Utilización de emisoras e mapas
- Regras básicas de seguridade e primeiros auxilios: prevención de accidentes. Formas de solicitar axuda.

Actualmente hai máis de 4000 persoas inscritas neste programa na Comunidade Valenciana, tanto en zonas rurais como urbanas. Nesta rexión os espazos de interface urbana/forestal son moi amplos e o lume chega frecuentemente ata as casas. Os voluntarios deben advertir do risco á xente e informar das medidas preventivas que deben tomar para evitar danos.

Os resultados deste programa de voluntariado xunto cos traballos de silvicultura preventiva e restauración de zonas queimadas fixeron que a Comunidade Valenciana ocupe un lugar destacado en prevención entre as comunidades autónomas, reducindo de forma permanente tanto o número de incendios como a superficie queimada nos pasados dez anos.

As asociacións de defensa forestal (ADF)

As ADF son outro tipo de grupos de voluntarios, xa que os seus membros non son só individuos senón tamén corporacións locais e ONG, tales como asociacións de propietarios forestais, asociacións de agricultores, grupos ecoloxistas, etc. As ADF teñen base municipal e funcionan coordinadas polo concello.

As súas actividades son as seguintes:

- Vixilancia e patrullaxe do seu territorio
- Primeiro ataque ao lume antes de que cheguen os combatentes profesionais. Nese momento as ADF retíranse e colaboran en accións loxísticas e de liquidación
- Reforestación de zonas queimadas
- Sensibilización da poboación rural e dos habitantes da zona en xeral
- Mantemento de infraestruturas: devasas, pistas, puntos de auga

Cada ADF ten un consello e unha asemblea xeral, habitualmente presidida polo alcalde.

As primeiras ADF foron creadas en 1988 en Cataluña (Garriga, 2000). A Administración autonómica dedica un orzamento a subvencionar a compra de equipo para as actividades citadas, por exemplo, depósitos con bomba que se montan sobre vehículos dos agricultores para utilízalos en primeiro ataque e liquidación.

Andalucía creou asociacións similares coa súa Lei de incendios forestais de 1999. Aínda que se trata dunha experiencia recente, está contribuíndo a que os propietarios forestais preparen plans de prevención como membros das ADF e consigan, por iso, incentivos económicos.

14. Conclusión

Nunha sociedade amplamente urbanizada como a europea o concepto dos incendios forestais é difícil de comprender porque a memoria histórica das queimas rurais se perdeu hai tempo e foi substituída polo concepto da exclusión do lume.

Non se entende o emprego tradicional do lume e a xente que segue queimando no campo convértese en reliquias doutros tempos desde o punto de vista urbano.

Ao mesmo tempo, o abandono de terras produce acumulacións de combustible cada vez maiores nas que os lumes escapados das queimas rurais e das fogueiras de excursionistas e cazadores se converten en axentes principais de perturbación nos ecosistemas forestais.

Por iso, é necesario comprender o papel do lume no medio ambiente así como integralo nas prácticas silvícolas. É preciso tamén que tanto o público en xeral como a Administración entendan cales son os obxectivos da poboación rural cando queima. **Trátase así de conseguir o tipo correcto de queima como alternativa aos incendios. Esta é a esencia do Programa EPRIF**

Á vez, a poboación local, que é máis consciente do efecto negativo dos incendios, busca procedementos para cooperar. Para iso, a Administración propón varias fórmulas de voluntariado encadrado con finalidades preventivas, evitando os riscos persoais da extinción e ligándoas á estrutura municipal para conseguir a cooperación de todos os implicados na protección ambiental.

Bibliografía

ASEMFO 2003: *III Estudio de inversión y empleo en el Sector Forestal*, Asociación Nacional de Empresas Forestales, Madrid, 68 pp.

Boletín Oficial del Estado (2003). Lei 43/2003, do 21 de novembro, de montes, BOE n. 280, 22-11-2003.

Garriga, J, (2000). Voluntarios forestales en Cataluña, en *La defensa contra incendios forestales, Fundamentos y experiencias*, coordinador: R. Vélez, pp.13.46-13.49, ed. McGraw-Hill, Madrid.

- ICONA, 1997: *Clave fotográfica de modelos de combustibles*, Madrid (hay versión en CD, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid 2004).
- Martínez, E. et al. 2001: *Manual de quemas controladas*, 175 pp., ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente (2000). *Estrategia Forestal Española*, Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente (2002). *Plan Forestal Español*, Madrid.
- Ministerio de Medio Ambiente (2005). *Acuerdo de la Conferencia Sectorial de Medio Ambiente sobre Prevención y Lucha contra Incendios Forestales*.
- Molina, D. (2000). Fuego prescrito y Planes de quema, en *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*, coordinador: R. Vélez, pp. 14.36-14.61, ed. McGraw-Hill, Madrid.
- Plan Bleu (2003). *Les espaces boisés méditerranéens*, J. Montgolfier, Plan Bleu, París, 192 pp.
- Rodríguez-Silva, F. et al. (2001). *Modelos forestales de quemas prescritas*, Junta de Andalucía, inédito.
- Suárez, J. (2000) "El voluntariado en la Comunidad Valenciana", en *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*, coordinador: R. Vélez, pp.13.40-13.46, ed. McGraw-Hill, Madrid.
- Vega, J. A. et al. (2001). *Manual de quemas prescritas para matogueiras de Galicia*, 171 pp., ed. Xunta de Galicia, Pontevedra.
- Vélez, R. (1987). *Basic recommendations for prevention campaigns directed towards man-made forest fires*, Documents of the Seminar UN/FAO/OIT on Methods and equipment for forest fire prevention, ed. ICONA, Madrid.
- Vélez, R. (1990). *Preventing forest fires through silviculture*, UNASYLVA 162, vol. 41, FAO, Roma.
- Vélez, R. (1992). *Forest Fire Prevention: Policies and Legislation*, Documents of the Seminar UN/FAO on Fire Prevention and Land Management, Atenas.
- Vélez, R. (2000a). "Las quemas incontroladas como causa de incendios forestales". *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, n. 9, pp. 13-26, ed. SECF, Madrid.
- Vélez, R. (2000b). "Actuación sobre las causas de origen humano. Persuasión, conciliación y sanción. Legislación preventiva", en *La defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias*, coordinador: R. Vélez, pp. 13.1-13.6 e 13.18-13.28, ed. McGraw-Hill, Madrid.
- Vélez, R. (2002). "Forest fire prevention with a target: The rural people", en *Proceedings of the IV International Conference on Forest Fire Research*, Luso, Portugal.
- Viegas, D. X. (2004). "High mortality", *Rev. WILDFIRE*, Setembro/Outubro 2004, pp. 22-26, IAWF, Nova York.

5. A ANÁLISE ECONÓMICA E A SÚA APLICACIÓN Á PREVENCIÓN DE DESASTRES NATURAIS

Autor

Diego Azqueta

1. Resumo

Unha parte importante dos desastres naturais poderíanse evitar, ou paliar as súas consecuencias, cun importe suficiente de investimentos encamiñados a reducir riscos ou a protexerse mellor fronte a eles. No primeiro caso atoparíanse as medidas dirixidas a aumentar a seguridade de determinadas operacións (transporte de cru, por exemplo) ou a substituír certas actividades de produción ou consumo por outras potencialmente menos daniñas para o medio ambiente (utilización de fontes renovables de enerxía). No segundo aparecerían aqueles investimentos encamiñados a protexer a poboación, así como os bens mobles e inmobles fronte a fenómenos naturais inevitables (volcáns, terremotos, tsunamis). Todos estes investimentos, non obstante, teñen un custo de oportunidade, e o decisor público, buscando a eficiencia económica, ha de levar este volume de investimentos encamiñados a reducir os riscos ambientais ou as súas consecuencias ata o punto no que o beneficio marxinal de investir unha unidade adicional sexa igual ao seu custo marxinal: o benestar sacrificado ao desviar recursos con este propósito. Para iso necesita coñecer o valor presente do beneficio económico asociado a unha diminución do risco ambiental. As técnicas de valoración de intanxibles, unidas a un axeitado tratamento do risco e a incerteza na análise de investimentos, facilitan, en principio, a resolución do problema. Non obstante, no campo ambiental, xorden algúns condicionantes que obrigan a matizar esta metodoloxía. Por un lado, a percepción social con respecto ás grandes catástrofes e a perda de benestar asociada a estas dificultan a agregación de valores individuais e as funcións de transferencia de resultados. Por outro, o feito de que algúns dos servizos ou activos ambientais negativamente afectados, por estar dotado dun valor superior, non poidan ser monetizados, impide a súa agregación e a comparación cos custos sociais do investimento, o que permite unicamente o descubrimento de valores críticos no contexto do modelo de Krutilla-Fisher. Finalmente, a aparición de perdas irreversibles, ao internarse no moi longo prazo, obrigan a modificar a práctica convencional con respecto ao desconto do futuro, e a introducir factores de desconto hiperbólicos. Non tomar en consideración estes aspectos nesgaría a valoración dos danos evitados, o que reduciría a rendibilidade social dos investimentos encamiñados a prever ou paliar a aparición de desastres naturais.

2. Introducción

A aparición de desastres naturais e os impactos asociados a estes xeran unha perda de benestar económico e social. Algúns destes desastres son produto da propia actividade humana: por exemplo, o quentamento global ou os derramos de cru producidos por accidentes nos buques que os transportan. Outros son parcial ou totalmente naturais, como as erupcións volcánicas, as grandes chuvias ou as secas: aínda cando determinadas actividades antrópicas as agravan, existirían en ausencia destas. Á vista do dano que estes accidentes causan, xustifícase unha intervención encamiñada a paliar as súas consecuencias:

- a) No caso de desastres produto de actividades humanas, investindo en reducir a probabilidade de ocorrencia: por exemplo, elevando a seguridade dos buques petroleiros e cambiando as rutas.
- b) En ambos os dous casos, investindo en medidas que diminúan o impacto do desastre se este se produce: por exemplo, canalizando un río ou reasentando a poboación potencialmente afectada.

Calquera que sexa a opción elixida, o certo é que os investimentos dedicados a isto teñen un custo de oportunidade: desde o punto de vista social, requiren dunha serie de insumos produtivos reais (man de obra, enerxía, investigación, materias primas, etc.) que, de non ser dedicados a prever ou paliar os efectos dos desastres naturais, poderían dedicarse a producir un fluxo de bens e servizos que tamén elevase o benestar social. Por exemplo, a mellorar a infraestrutura hospitalaria ou de atención primaria da sociedade.

Evitar os desastres naturais e os seus efectos, ou reducir a súa probabilidade de ocorrencia, ten un indubidable efecto positivo sobre o benestar social, tanto das xeracións presentes coma das futuras. Pero o mesmo podería dicirse de mellorar o sistema educativo, reducir a incidencia da SIDA ou a sinistralidade das estradas. O problema é que todos estes investimentos teñen moito de competitivos: os recursos que se dedican a unhas cousas non poden dedicarse a outras, e isto é certo con total independencia de cal sexa a nosa opinión con respecto a como asigna a Administración o seu orzamento de investimentos. Probablemente a moitos de nos gustaría que se dedicase un orzamento menor a algúns capítulos de gasto e eses fondos se destinasen a outras cousas, pero mesmo se a asignación orzamentaria fose "óptima", seguiría sendo certo que, nun mundo de recursos escasos, e no que non é posible satisfacer todas as necesidades de todas as persoas, uns investimentos competirían con outros. Por iso, faise necesario coñecer cal é a rendibilidade social dos investimentos encamiñados a reducir a probabilidade de ocorrencia dos desastres naturais ou a paliar os seus efectos. Noutras palabras, valorar o cambio no benestar social asociado a estes investimentos, de forma que se poida comparar co de investimentos alternativos.

3. Prevención de desastres naturais: beneficios, risco e incerteza

A ocorrencia de desastres naturais xera un impacto negativo sobre o benestar das persoas, xa que afecta adversamente ao funcionamento dos distintos sistemas naturais e, polo tanto, ao fluxo de servizos que proporciona a biosfera. Unha clasificación sinxela destes servizos é a adoptada, por exemplo, polo *Milenium Ecosystem Assessment* (2003) e que aparece reflectida na táboa 1.

Táboa 1. Clasificación dos servizos dos ecosistemas de acordo co *Milenium Ecosystem Assessment*



Fonte: MEA (2003)

Como é obvio, o primeiro paso para valorar as perdas sociais asociadas a un determinado desastre natural é o de modelizar correctamente como afectará o acontecido a esta gama de servizos no tempo. Tarefa certamente complicada, pero na que a análise económica non ten gran cousa que dicir. Agora ben, unha vez identificados estes impactos sobre os distintos fluxos de servizos, a análise económica si pode ofrecer información sobre cal é a perda de benestar social asociada a estes. Quizais un exemplo axude a entender este último punto. Un incendio destrúe parcialmente un bosque. Iso implica, entre outros, a perda de madeira e produtos non madeirables (servizos de provisión); unha alteración do microclima local, da provisión e regulación de auga e unha liberación de carbono atmosférico (servizos de regulación); a desaparición dun compoñente da paisaxe e dun foco de atracción para a realización de actividades recreativas (servizos culturais); unha perda de diversidade biolóxica, de solo e de nutrientes (servizos de soporte). Corresponde ás ciencias da natureza descubrir a relación funcional existente entre o desastre natural contemplado (un incendio de determinadas características) e o fluxo de servizos afectado (perda de diversidade biolóxica, alteración do clima, etc.). Agora ben, unha vez identificados estes impactos, a análise económica conta cunha serie de ferramentas que permiten derivar a perda de benestar social ligada a estes impactos. Noutras palabras, que permiten descubrir a importancia que cada persoa afectada outorgaba, pola razón que fose, aos servizos dese activo natural: sexa porque os utiliza directamente ou indirectamente, ou porque valora sen máis a súa existencia. É o que a literatura denomina o *valor económico total* do activo¹. Para iso utiliza toda unha serie de métodos de valoración de intanxibles que analizan a relación existente entre os servizos do activo natural e outros insumos de mercado nunha función de produción de bens e servizos, ou nunha función de produción de utilidade dada (Azqueta, 1994). Son métodos baseados no estudo dos *custos de reposición*, a adopción de *medidas defensivas*, os *prezos*

1 O lector interesado en afondar sobre este tema pode consultar Azqueta (2002, cap. 2).

hedónicos ou o *custo de viaxe*. A eles únese un método de análise das preferencias declaradas, o método da *valoración continxente*, que permite descubrir os valores de non uso (existencia ou herdanza) dun determinado activo natural.

O anterior é ben coñecido, pero permite afirmar que o beneficio social vinculado a un investimento que reducise a probabilidade de ocorrencia dun desastre natural, ou da severidade das súas consecuencias, viría dado polo *valor presente neto* do fluxo de servizos dos activos naturais que, grazas a este investimento, non se perderían.

O problema coa idea anterior é, non obstante, que o beneficio asociado a estes investimentos é, por definición, probabilístico. É dicir, este beneficio dependerá non só do valor do dano evitado (valor, por exemplo, dos recursos ecolóxicos destruídos por un derramo de cru), senón que dependerá tamén da probabilidade diferencial de ocorrencia (probabilidade de que se produza o accidente, ou gravidade deste, antes e despois do investimento).

O analista móvese, pois, nun mundo de información incompleta. Para tratar de descubrir o valor que para a sociedade terá, nestas condicións de incerteza, un investimento encamiñado a reducir a probabilidade de ocorrencia dun fenómeno, convén comezar a análise deste fenómeno, non obstante, e aínda que puidese parecer paradoxal, facendo un inventario da información que si se ten. O analista coñece, polo menos, dúas cousas moi relevantes:

- a) Coñece, polo xeral, os distintos *estados da natureza* que poden presentarse: presenza de tormentas de grande intensidade na ruta do buque, chuvias torrenciais nun determinado territorio.
- b) Coñece, así mesmo, as *consecuencias* que ten que se presente un ou outro destes resultados: que o buque parta ou que se produza unha grande inundación.
- c) En ocasións, coñece tamén a *probabilidade* asociada a cada posible estado da natureza: isto é o que caracteriza unha situación de *risco*. Cando se descoñece a probabilidade que acompaña a cada posible escenario, dise que a situación está caracterizada pola *incerteza*.

Cando os resultados dun investimento están suxeitos a un risco, o analista pode calcular, como primeira medida, o *valor esperado* (*VEs*) do rendemento do devandito investimento. Chamamos X_i aos resultados netos do investimento cando o estado da natureza é i , (para todo $i=1\dots n$), é dicir, a cantidade de cru que se derramaría se dotásenos o buque dun dobre casco en comparación coa que se derramaría na súa ausencia (X), ante unha gran tormenta (i); e P_i á probabilidade, coñecida, de ocorrencia do devandito estado:

$$VE_s = P_1 X_1 + P_2 X_2 + \dots + P_n X_n$$

Este valor esperado, porén, non é senón un primeiro paso para determinar a rendibilidade dunha alternativa suxeita a risco. En efecto, as persoas en xeral téñenlle aversión ao risco: prefiren un resultado certo a unha combinación de dous sucesos probabilísticos que ofrezca o mesmo valor esperado, sempre que a utilidade marxinal do diñeiro diminúa co nivel de renda (o suposto do decrecemento da utilidade marxinal do consumo). O problema aparece cando dúas alternativas presentan o mesmo valor esperado e, non obstante, unha delas incorpora unha variabilidade moito maior: aínda que o seu valor esperado sexa idéntico, as persoas non valoran igual unha alternativa que consiste nunha

ganancia de cero, cunha probabilidade do cincuenta por cento, e unha ganancia dun millón, con esa mesma probabilidade do cincuenta por cento, que unha segunda alternativa que promete, con probabilidades do cincuenta por cento, unha ganancia de 400.000 nun caso e 600.000 no outro. Ambas as dúas teñen un valor esperado de 500.000, pero a maioría da xente probablemente prefira a segunda. Neste caso, o cambio na utilidade esperada (ΔUE) que traerían consigo unhas alternativas como as anteriores, que ofrecen dous beneficios posibles (B_x e B_y) con probabilidades p e $(1-p)$, sería:

$$\Delta UE = pB_x U'(W_x) + (1-p)B_y U'(W_y)$$

onde W_x e W_y ($W \pm B$) é a renda en cada unha das dúas situacións, e U' , a utilidade marginal do diñeiro².

É necesario, polo tanto, introducir o grao de aversión ao risco do decisor, como representante da sociedade, e a amplitude do risco que contén cada alternativa.

Con respecto á primeira destas dúas variables, o grao de *aversión ao risco* (AR) adoita medirse, en termos absolutos, como:

$$AR(W) = \frac{-U''(W)}{U'(W)}$$

expresión na que $U'(W)$ representa a utilidade marginal do diñeiro cando o nivel de renda é W , e U'' é a derivada da devandita utilidade marginal (a segunda derivada da utilidade: a súa taxa de cambio). O grao de aversión ao risco *relativa* (ARR), tamén utilizado en multitude de ocasións, exprésase como:

$$ARR(W) = \frac{-W U''(W)}{U'(W)}$$

Con respecto á segunda das variables mencionadas, a amplitude do risco que acompaña a unha determinada alternativa, a súa medida tradicional, cando se contempla illada, é a súa *varianza* (S^2):

$$S^2 = VE_s \sum_i p_i (r_i - \bar{r})^2$$

expresión na que r é o rendemento esperado, tanto do investimento contemplado como da media dos investimentos na economía (r). A *desviación estándar* (S) non é senón a raíz cadrada da varianza.

² O anterior permite afirmar, polo tanto, que unha alternativa é arriscada cando a súa utilidade esperada é inferior ao seu valor esperado.

Unha vez calculado o nivel de risco dos beneficios dun investimento dado, e tomando en conta o grao de aversión ao risco do decisor, a literatura especializada recomenda tres mecanismos para facer operativa esta variable no marco do ACB:

- a) Introducir unha *taxa de desconto axustada* para ter en conta o risco. Este proceder, moi utilizado no campo da rendibilidade financeira, presenta non obstante algunhas dificultades importantes no terreo do ACB *social*, e non o consideramos recomendable.
- b) Calcular os *prezos de opción* dos resultados arriscados. O prezo de opción é un concepto moi ligado ao *valor de opción*, que non é senón a cantidade que unha persoa estaría disposta a pagar, hoxe, por preservar a súa opción de consumir no futuro un ben, cando, neste momento, non sabe se poderá facelo. Se o excedente do consumidor esperado é o valor que a persoa lle outorga, hoxe, ao benestar que lle proporcionará gozar do devandito ben:

$$\text{Valor de opción} = \text{prezo de opción} - \text{excedente do consumidor esperado}$$

O problema estriba, neste caso, en que normalmente se descoñece o valor de opción, e non se sabe sequera se é positivo ou negativo.

- c) Utilizar a técnica da dominancia aleatoria para ordenar alternativas con base na súa utilidade esperada e descartar aquelas que resultan dominadas.

Algo menos sinxela é a tarefa descubrir o valor dun investimento que reduce o alcance dos desastres naturais en condicións de incerteza, cando non se conta con información sobre as probabilidades de ocorrencia dos distintos estados da natureza. Tendo en conta esta dificultade de partida, tres foron os mecanismos recomendados para tratar con este problema:

- a) *Análise de sensibilidade*. A análise de sensibilidade permite identificar aquelas variables que teñen un papel crítico con respecto á rendibilidade da alternativa analizada. No caso da incerteza, o analista constrúe un número limitado de estados posibles da natureza (o normal é tres: esperado, optimista e pesimista) e, a continuación, estuda o comportamento da rendibilidade en cada un deles. Pode proceder analizando cada variable relevante dun xeito secuencial, pero o máis indicado é agrupalas, sobre todo cando existe algún grao de correlación entre elas ou cunha terceira (o estado xeral da economía, por exemplo), e construír os escenarios correspondentes.
- b) *Simulación*. A simulación non é, realmente, senón unha extensión da análise de sensibilidade que utiliza o poder de computación para ampliar o número de variables e posibles escenarios que se analizan conxuntamente. O analista proporciónalle ao ordenador o conxunto de variables que considera relevantes, así como as vinculacións existentes entre elas, e unha hipotética función de probabilidade de ocorrencia dos distintos resultados, que pode modificar iterativamente. O programa correspondente ofrécelle como resposta a función de probabilidade dos resultados. Como é ben coñecido, o modelo de Monte Carlo de simulación é un dos máis utilizados.
- c) *Árbores de decisión*. Neste caso, o analista vai representando graficamente as distintas opcións de forma secuencial, abrindo diferentes ramas para os resultados dependentes dos distintos estados da natureza que poidan presentarse. Esta técnica permítelle identificar aqueles puntos nos que hai que tomar unha decisión e os posibles resultados de cada unha delas. A gran vantaxe desta técnica é que fai explícitas e doadamente comprensibles as distintas posibilidades.

Estes serían, polo tanto, os mecanismos que utilizaría a análise económica convencional para tratar de descubrir o valor do benestar social asociado a unha redución na probabilidade de ocorrencia dun desastre natural ou na severidade dos seus resultados. Proceder deste xeito, porén, nesga á baixa o valor dos beneficios do investimento. E isto, por tres motivos:

- a) En primeiro lugar, polo problema de agregación que presentan as grandes catástrofes.
- b) En segundo lugar, pola existencia dunha serie de servizos dos activos naturais que non son susceptibles de ser medidos monetariamente.
- c) En terceiro lugar, porque a presenza de impactos irreversibles ou que se prolongan no moi longo prazo non serían debidamente contemplados coa metodoloxía convencional de actualización.

Analícemos cada un destes aspectos por separado.

4. Grandes catástrofes e o problema da agregación

Valores superiores e irreversibilidade: o modelo Krutilla-Fisher

Os compoñentes do valor económico total dos distintos activos naturais poden ser considerados como valores extrínsecos. É dicir, valórase o ben en cuestión, porque se valora algo distinto a este ben: o propio benestar ou o benestar alleo. Moitos destes valores extrínsecos, aínda que non todos, teñen así mesmo un carácter *instrumental*. Non obstante, algúns activos naturais, ou algúns dos servizos que proporcionan, están revestidos dun tipo de valor máis esencial, un *valor intrínseco*, en opinión do suxeito ou grupo social que así os valora: por exemplo, un valor simbólico ou o derivado do recoñecemento de dereitos fundamentais en favor doutras especies ou ecosistemas. Como é natural, e dado o carácter da relación que se establece neste caso co ben obxecto de consideración, o significado do propio proceso de valoración, así como os mecanismos a través dos que se leva este a cabo, non poden ser os mesmos que no caso dos valores extrínsecos da biosfera. Estes valores intrínsecos son considerados *valores de orde superior*. Con iso quérese dar a entender que a relación que se establece entre o suxeito que valora e o ben ou servizo valorado transcende o campo dos simples valores de uso e non permite que o obxecto de valoración sexa considerado como unha simple mercadería. Iso impide, como é natural, obter unha expresión monetaria deste valor: a soa idea de reducir o seu valor a unha cantidade de diñeiro repugna.

Aceptando, non obstante, que estes servizos non poden ser valorados, aínda hai algo que a análise económica pode achegar á hora de facilitar a adopción de decisións que os afectan. Supoñamos que se está a analizar un investimento cuxos beneficios non son outros que a redución da probabilidade de que se produza un incendio catastrófico nun bosque que, entre outras cousas, alberga unha especie emblemática en perigo de extinción. O analista calculou o valor económico de todos os servizos que presta o bosque e que, polo seu carácter instrumental, son susceptibles de ser expresados en unidades monetarias. Porén, é consciente de que un beneficio moi importante está a quedar fóra do cálculo, por vir revestido, precisamente, deste valor superior: a preservación dunha determinada especie única. Nestas condicións, é imposible realizar unha análise custo-beneficio que permita descubrir a rendibilidade social do investimento. Non obstante, esta non ten por que ser a última palabra ao respecto. Aínda neste caso sería posible avanzar algo máis, formulando a pregunta en sentido inverso:

¿Que valor mínimo deste recurso faría rendible o investimento proposto?

Esta é unha pregunta de moito máis doada resposta e que non deixa de ser unha axuda considerable á hora de tomar unha decisión. Trátase, en efecto, de atopar o *valor crítico mínimo* que faría positivo o valor presente neto do investimento proposto. Unha vez coñecido este valor (por exemplo, X euros anuais), a discusión formúlase nun terreo algo máis frutífero. Non se sabe canto valen os beneficios que supón preservar a devandita especie, pero, ¿valen, polo menos, X euros anuais³? Se hai razóns para crer que o recurso ten un valor ecolóxico, artístico ou sociocultural que supera o devandito límite, aínda que se descoñeza cal é en termos precisos, o investimento está xustificado.

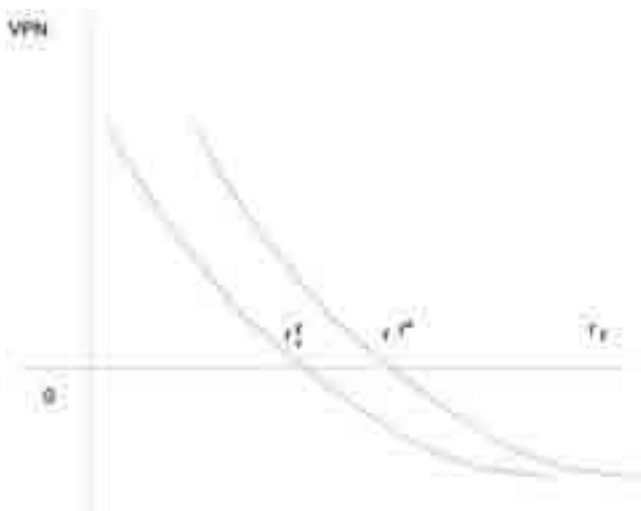
O achado deste valor crítico do recurso natural non resolve o problema, pois, pero non cabe dúbida de que algo axuda.

Analicemos agora o caso daqueles recursos naturais cuxo valor pode expresarse en termos monetarios (por exemplo, o valor dos servizos recreativos do bosque ou da paisaxe que proporciona), pero cuxa perda sería irreversible: se o bosque se queima non se recuperan nin un nin outro.

¿Como introducir neste contexto a perda dun recurso cuxo valor podería ser expresado en termos monetarios, pero cuxa perda é irreversible?

A pregunta anterior non é de doada resposta, pero entre todos os intentos de avanzar por ese camiño quizais sexa o que imos presentar a continuación un dos máis interesantes. O modelo de Krutilla e Fisher, presentado orixinalmente en 1975 (Azqueta, 1994, cap. 5), sitúa o problema nun contexto moi operativo.

Supoñamos, con este propósito, que o investimento que está sendo analizado ten uns beneficios representados por unha anualidade constante de valor B . Na figura 1 vemos como o VPN do investimento proposto (medido no eixe vertical) depende da taxa de desconto utilizada (medida no eixe horizontal). Para taxas de desconto inferiores a r^* , o investimento presenta un VPN positivo, e desde este punto de vista exclusivamente, estaría xustificado. O valor r^* non é outro que a taxa interna de rendemento (TIR) do investimento. Supoñamos que o analista foi informado de que a taxa social de desconto utilizada polo sector público é r_0 : o investimento non sería economicamente rendible.



³ ¿Está a gastar a sociedade, por exemplo, cantidades equivalentes en proxectos similares: conservación e restauración doutras especies ameazadas, protección de espazos naturais, etc.?

Podemos agora introducir o feito de que un dos servizos do bosque, non computado no cálculo anterior, é que proporciona un fluxo de servizos recreativos moi apreciados nos arredores. Supoñamos, para simplificar, que iso se traduce en que o bosque proporciona á comunidade un fluxo de benestar, que esta valora en P unidades monetarias por ano (*preservación*), cuxa contía foi descuberta polo *método do custo de viaxe*, por exemplo. Isto implica, sinxelamente, que a curva da figura 1 se despraza cara á dereita, elevando a *TIR* do investimento e, polo tanto, o rango de valores da taxa de desconto que xeran un *VPN* positivo.

Non é este, porén, o único aspecto de interese que un proxecto desta natureza, cun impacto sobre consecuencias que doutra forma serían irreversibles, obriga a formular. O feito de que os efectos positivos do investimento, por este carácter de irreversibilidade do dano evitado, se prolonguen indefinidamente no futuro, obriga a analizar a evolución temporal do valor dos seus beneficios: en efecto, o valor dos beneficios que xeraría a preservación do ámbito ameazado (recreativos, culturais, de investigación) medra co paso do tempo. E iso, polo menos, por dous motivos. Por un lado, porque os bens a que se refiren estes servizos son, na maioría dos casos, bens superiores, cunha elasticidade-renda, polo tanto, maior que a unidade. É de esperar pois que a súa demanda medre no futuro. Por outro, porque a súa oferta, debido ás súas propias características, tende a facerse cada vez máis pequena. Estas dúas razóns fan pois que, con toda probabilidade, o valor que a sociedade lles outorga a estes recursos aumente co paso do tempo.

O resultado de introducir esta consideración non é outro que o de desprazar a curva da rendibilidade marxinal do investimento e cambiar a súa pendente, en ambos os dous casos na dirección de facer máis rendible o investimento proposto.

A introdución de impactos que se prolongan no moi longo prazo obriga, en calquera caso, a reformular o problema do desconto do futuro.

5. O desconto do futuro no moi longo prazo

Cando se modifica a capacidade dun determinado recurso natural ou ambiental para continuar desempeñando as súas funcións, en multitude de ocasións o impacto déixase sentir durante moito tempo, ás veces, mesmo, de forma irreversible. O incendio dun bosque, por exemplo, pode supoñer, entre outras cousas, a perda dun determinado acervo de diversidade biolóxica; a desaparición dun activo ecoturístico a devolución dunha cantidade de carbono previamente secuestrado á atmosfera, así como a redución do seu papel positivo na súa fixación e na produción de osíxeno; unha maior incidencia do fenómeno da erosión na zona circundante; a perda da calidade da auga, etcétera. Algúns destes impactos son irreversibles, como a perda de diversidade biolóxica ou dun activo turístico ou cultural. Outros, aínda non séndoo teoricamente, deixarán sentir o seu efecto durante moitos anos: se a degradación do terreo non chegou demasiado lonxe, sería posible reforestar a zona e recuperar algunhas das funcións anteriormente perdidas do bosque, pero o proceso non é instantáneo, e pasarán moitos anos antes de que este recupere o seu porte orixinal.

A metodoloxía anteriormente apuntada identifica esta secuencia de valores preservados no tempo, valóraos e calcula o seu valor presente utilizando para iso unha taxa social de desconto.

Agora ben, a metodoloxía convencional aplicada para calcular a taxa social de desconto é aceptable no campo da análise custo-beneficio tradicional, na que o horizonte temporal contemplado, aínda sendo de longo prazo, se atopa dentro duns límites manexables: dez, quince... vinte e cinco anos. Quizais ata corenta ou cincuenta anos en ocasións. Non obstante, no contexto da toma de decisións

con respecto ao medio ambiente, non pode perderse de vista o feito de que algúns impactos farán sentir a súa presenza durante centos de anos, ou a partir dun lapso temporal desta mesma magnitude. É o caso dos residuos nucleares, por exemplo, do cambio climático ou da perda de diversidade biolóxica. Hoxe, un proxecto de investimento que garantise un mellor manexo dos residuos nucleares, pero cuxos resultados positivos aparecesen dentro de douscentos anos (un investimento que prolongase a seguridade no almacenamento destes residuos a partir dese punto, poñamos por caso), non tería moitas posibilidades de superar unha *análise custo-beneficio* tradicional: como recorda Heal, se descontásemos unha magnitude equivalente ao actual PNB mundial (ao redor de 38 trillóns de dólares norteamericanos) dentro de douscentos anos, cunha taxa de desconto do 5%, obteríamos que o seu valor presente é equivalente ao dun bo apartamento; se a taxa de desconto fose do 10%, o seu valor presente sería o dun coche de segunda man (Heal, 1998, páxina 13). Algo resulta insatisfactorio, pois, cunha formulación que parece non ter en conta o que acontece no futuro afastado, de enorme importancia, non obstante, no campo do medio ambiente.

Unha solución evidente a este dilema sería a de utilizar unha taxa de desconto *cero*. Esta solución, así e todo, é máis aparente que real. Por un lado, porque produce solucións paradoxais na resolución dalgúns problemas ambientais: a taxa de utilización dun recurso non renovable, por exemplo, resultaría ser tamén cero. Por outro, porque implica, e de forma simétrica á práctica tradicional do desconto, introducir a *tiranía do futuro*. Con esta práctica o que acontecería é que o que sucede no presente carece practicamente de importancia.

Unha segunda solución, máis prometedora, sería a de utilizar un *factor de desconto hiperbólico*, que fixese que a penalización que introduce irse afastando no tempo tendese asintoticamente a cero. Por exemplo, en lugar do factor de desconto tradicional:

$$e^{-it} dt$$

utilizar, no seu lugar un factor de desconto tal como:

$$e^{-i \log t} dt$$

que supón medir o paso do tempo non de acordo a incrementos *absolutos*, senón a incrementos *proporcionais* (Heal, 1998, páxina 63).

O cambio experimentado agora na operación de desconto é fundamental xa que, como se apuntaba, este factor de desconto tende asintoticamente a cero co paso do tempo, polo que desaparece, polo menos parcialmente, esta penalización do futuro afastado.

En definitiva, a utilización dun factor de desconto hiperbólico, apoiada nun sólido fundamento teórico, e en liña coa evidencia empírica relativa ao comportamento das persoas neste campo, parece unha alternativa máis aceptable con respecto ao desconto do futuro que a práctica convencional de utilizar unha taxa de desconto do futuro constante.

Unha alternativa similar é a proposta por Martin Weitzman (Weitzman, 2001), quen propuxo a seguinte solución: dado que o tema do desconto do futuro é altamente subxectivo, ¿por que non intentar descubrir a opinión das persoas máis autorizadas a este respecto? Supoñendo que os economistas teóricos deberían ser os profesionais máis familiarizados co problema e as súas implicacións, enviou un cuestionario a máis de dous mil economistas en todo o mundo no que lles preguntaba polo valor que, na súa opinión, debería ter a taxa social de desconto para os proxectos ambientais que

abordan problemas do moi longo prazo (quentamento atmosférico). Como é natural, e tras pelexar arduamente cos seus interlocutores para convencelos da necesidade de ofrecer unha única cifra para todos os casos, obtivo como resposta un conxunto de valores cuxo histograma ou distribución de frecuencias mostraba a forma xeral dunha distribución gamma de probabilidades. Nunha segunda etapa, Weitzman derivaba, deste conxunto de observacións, os parámetros implícitos da función gamma, o que lle permitía derivar a evolución da taxa de desconto co tamaño do período considerado⁴. Desta forma, e resumindo moito os seus resultados, chegaba á seguinte conclusión: a taxa de desconto social vai diminuindo de valor conforme nos afastamos no tempo, o que confirma a hipótese do desconto hiperbólico analizada no apartado anterior. Dividindo o futuro en cinco grandes períodos, as correspondentes taxas marxinais de desconto social serían:

Futuro inmediato (1 a 5 anos):	4%
Curto prazo (6 a 25 anos):	3%
Medio prazo (26 a 75 anos):	2%
Longo prazo (76 a 300 anos):	1%
Moi longo prazo (máis de 300 anos):	0%

Tomando en conta estes valores, se houbo de seleccionarse unha única taxa de desconto, o escollido sería o de 1,75%, que, como pode comprobarse, se atopa bastante por debaixo dos valores habitualmente utilizados nestes casos.

En calquera caso, a práctica de utilizar unha taxa de desconto variable, que se vai facendo máis pequena conforme se afasta no tempo aquilo cuxo valor vai ser descontado, e que conta cunha cada vez máis sólida base, tanto teórica como empírica, elevará o valor presente neto daqueles investimentos que reducen a probabilidade de ocorrencia de desastres naturais con consecuencias irreversibles.

6. Conclusión

A análise custo-beneficio é unha ferramenta adecuada, entre outras, para analizar os investimentos dirixidos a reducir a probabilidade de ocorrencia de desastres naturais ou a paliar a gravidade das súas consecuencias, xa que permite calcular a súa rendibilidade social e comparala coa de investimentos alternativos, permitindo priorizar unhas ou outras.

A análise económica proporciona dous tipos de ferramentas para levar a cabo este cálculo. Por un lado, os métodos de valoración de intanxibles que permiten descubrir o impacto sobre o benestar das persoas dos distintos fluxos de servizos que proporcionan os activos naturais e ambientais da biosfera. Métodos como os custos de reposición, as medidas defensivas, os prezos hedónicos, o custo de viaxe ou a valoración continxente axudan a descubrir o valor económico total destes activos. Por

⁴ O problema que Weitzman se formulaba, e resolvía, era o seguinte: partindo da base de que cada un dos expertos enquisados recomenda un factor de desconto convencional do tipo:

$$A_j(t) = e^{-x_j t}$$

e que o histograma das respostas obtidas con respecto a estes valores suxiren a forma dunha función gamma de distribución de probabilidades tal como:

$$f(x) = [\beta^\alpha / \Gamma(\alpha)] x^{\alpha-1} e^{-\beta x}$$

o autor estimaba α e β , os dous parámetros positivos da función, a partir das respostas obtidas.

outro lado, as técnicas asociadas á análise de rendibilidade en situacións de risco e incerteza introducen a información anterior nun mundo por definición probabilístico.

A información así obtida, non obstante, debe ser suxeita a unha serie de matizacións:

En primeiro lugar, para ter en conta aqueles servizos que, por incorporar valores superiores, non son susceptibles de ser introducidos no cálculo do valor económico total do activo, e cuxa exclusión reduciría indebidamente a rendibilidade dos investimentos dirixidos a previr desastres naturais.

En segundo lugar, para abordar axeitadamente o problema da irreversibilidade dalgúns dos impactos asociados aos desastres naturais, nun contexto no que estes servizos ambientais, por ter unha elasticidade-renda superior á unidade, teñen un valor en termos de benestar que crece co tempo.

Finalmente, para modificar o mecanismo convencional de cálculo da taxa social de desconto, introducindo un factor de desconto variable (hiperbólico) que non penalice aquilo que acontece no moi longo prazo.

Introducindo estas tres consideracións no marco da análise custo-beneficio, o decisor público pode contar cunha información certamente útil non só para priorizar axeitadamente as medidas encamiñadas a reducir a aparición de desastres naturais e a severidade das súas consecuencias, senón, o que é igualmente importante, para deseñar de forma máis eficiente as devanditas medidas.

Referencias bibliográficas

- Azqueta, D. (1994). *Valoración económica de la calidad ambiental*. Madrid, Mc Graw-Hill.
- Azqueta, D. (2002). *Introducción a la economía ambiental*. Madrid, Mc Graw-Hill.
- Heal, G. (1998). *Economic Theory and Sustainability*. Nova York, Columbia University Press.
- MEA (2003). "Ecosystems and Human Well-Being". Volume 1. *Millennium Ecosystem Assessment*. UNEP-WCMC, Londres.
- Weitzman, M.L. (2001). "Gamma Discounting". *American Economic Review*, 91 (1): 260-271.

6. ANÁLISE ECONÓMICA DOS DESASTRES: AVALIACIÓN E CÁLCULO DE DANOS

Autor

Fernando González Laxe

1. Introducción

Os desastres naturais e os seus derivados representan un elevado custo para as sociedades. Os últimos datos reflicten que o seu impacto é proporcionalmente moito maior nos países en desenvolvemento que nos desenvolvidos, estimándose unha ratio vinte veces superior do primeiro respecto do segundo.

As avaliacións das consecuencias sociais e económicas dos danos producidos avalíanse e discútense por medio de traballos posteriores aos desastres, aínda que para cada caso existe unha metodoloxía diversa dadas as distintas consideracións que posúen, xa sexa iniciais, xa sexa intrínsecas e específicas de cada territorio e situación.

Malia que algúns eventos naturais poden reducirse, na maioría dos desastres naturais é imposible prever que aconteza o mesmo evento (Picard, 2000). Os obxectivos radican en lograr protección contra as ameazas dun fenómeno, podendo modificar ou eliminar as causas da devandita ameaza (reducindo o risco) ou minorar os seus efectos se esta chega a acontecer (isto é, reducindo a vulnerabilidade dos elementos afectados).

En suma, as accións públicas que se poden adoptar e que se adoptan previamente á súbita presenza dun desastre denominanse mitigación.

2. Análise dos riscos

Ao enfocarse os riscos das sociedades admítese que a sociedade está máis aberta aos riscos e, polo tanto, máis vulnerable ás mencionadas situacións (Beck, 2002). E os riscos posúen un efecto negativo sobre as condicións de vida das poboacións e sobre os territorios afectados.

Cada vez estamos máis expostos a un risco e, ademais, sabemos que as súas secuelas se prolongan máis alá do curto prazo; e, en certos casos, provocan cambios irreversibles, tanto na estrutura económica e social coma no medio ambiente.

O incremento dos desastres subliña, así mesmo, que certas áreas están máis expostas ao risco e, polo tanto, alcanzan un grao de vulnerabilidade máis elevado. Nese sentido, a vulnerabilidade é a propensión a sufrir transformacións significativas como consecuencia da interacción con procesos externos ou internos.

Entendemos por transformación un cambio de indole estrutural ou polo menos unha modificación permanente e de carácter profundo. En consecuencia, a vulnerabilidade como propensión non é unha propiedade absoluta, senón relativa a un sistema nun contexto dado e a unha clase de cambios ou ameazas concretas.

Ou sexa, o sistema móstrase vulnerable fronte a certas perturbacións, pero robusta fronte a outras. Por iso, en toda análise de risco deberíamos contemplar:

- a) a sensibilidade ou o grao en que o sistema sofre unha modificación ou é afectada por unha perturbación;
- b) a capacidade de resposta, a que se programa para axustar ou resistir a perturbación, moderar os danos potenciais e aproveitar as oportunidades. Aquí debemos facer mención da resistencia, as dispoñibilidades de reservas, os mecanismos reguladores e os vínculos de cooperación;
- c) a exposición do sistema á perturbación, isto é, o tempo e a relación existente á perturbación que se define como a relación entre sistema e perturbación; e finalmente,
- d) os impactos sobre o sistema, no que se abordan o cálculo da vulnerabilidade, exposición, posibilidade de novas ocorrencias, magnitude e intensidade, e, por último, persistencia.

Nese sentido, o PNUD advirte de tres niveis de vulnerabilidade. A primeira, denominada vulnerabilidade estrutural, é a referente a aquelas partes que sosteñen as infraestruturas físicas afectadas polos desastres; a segunda é a vulnerabilidade neo-estrutural, conceptuada como referente a aqueles elementos diferentes ás infraestruturas físicas e que afectan aos equipamentos internos e elementos vitais do funcionamento das instalacións; e, en terceiro termo, está a vulnerabilidade funcional, que se refire aos aspectos relacionados cos deseños físico-espaciais, tales como a selección do sitio e a organización dos espazos e lugares afectos aos desastres (Acquatellas, 2002).

Os gobernos deben ter sempre en conta os distintos niveis de vulnerabilidade tanto das infraestruturas coma dos lugares e equipamentos fronte aos desastres. Non o facer ou ignoralo supón carecer de racionalidade económica (Lavell, 1998) e leva consigo repercusións políticas adversas, como foron os efectos derivados con ocasión das actuacións goberamentais no caso da catástrofe do Prestige, por exemplo.

3. A intervención pública nas economías de mercado

Normalmente os libros de economía sitúan o modelo de competencia perfecta como o punto de referencia ideal. Nada máis lonxe da realidade. Na actualidade, non soamente existe certa relaxación dos supostos iniciais que caracterizan a economía de mercado, senón que as actuacións cotiás nos sinalan unha proliferación de supostos de economía imperfecta.

¿Que podemos sinalar con esta primeira afirmación? De entrada, tomaremos como referencia o suposto de que o modelo de competencia perfecta garante que a economía produce os seus bens e servizos coa mellor cantidade de recursos, que a súa asignación é a máis óptima e, finalmente, que a súa distribución permite e reproduce a estabilidade e equilibrio.

Con estes requisitos, a economía responde a un marco competitivo que lles proporciona aos cidadáns o máximo benestar e permite avanzar na eficiencia técnica.

Desenvolvendo este concepto, admitimos que a economía de libre mercado se configura como a máis axeitada aproximación aos modelos de competencia perfecta e onde se producen os maiores procesos de asignación e redistribución que lles garanten o maior nivel de benestar aos cidadáns.

Desta forma, os primeiros trazos das políticas económicas e das decisións públicas encamiñanse cara á obtención de mellores *performances*. É dicir, mídese en función da eficiencia (isto é, dos medios e dos fins previamente establecidos como obxectivos).

Se non alcanzásemos os devanditos índices, entendemos que non chegamos a lograr os ditos obxectivos e, polo tanto, a nosa economía ou, mellor dito, os nosos indicadores, non reflectirían as ratios propostas ou definidas como obxectivos.

¿Como explicar este razoamento económico no ámbito das decisións políticas? Dunha parte, se a economía e os mercados son perfectos, quererá dicir que son competitivos e a súa eficiencia virá dada polas funcións de produción e polas funcións de demanda. As primeiras afectan ás empresas, e as segundas, aos consumidores. A maximización de ambas as dúas suporá un maior benestar da sociedade.

Os consumidores acertarán do seguinte xeito: demandarán un ben ata que o seu beneficio marxinal (BMg) se iguale ao seu custo marxinal, que é o prezo P do produto; entón, $BMg = P$.

Por outro lado, os produtores aumentarán a súa produción ata que o seu beneficio marxinal, que é o prezo P , se iguale ao seu custo marxinal (CMg), ou sexa, ata que $P = CMg$.

En consecuencia, o punto de equilibrio será aquel onde se logre $CMg = BMg$.

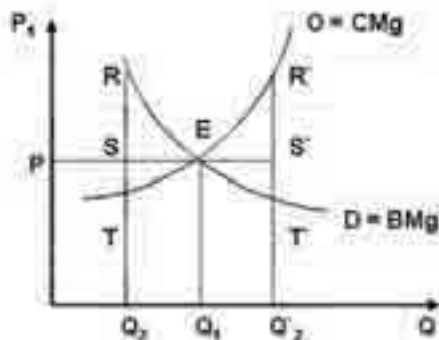


Gráfico 1. Funcionamento dos mercados en situacións de competencia perfecta

Os consumidores demandarán un ben ata que o seu beneficio marxinal se iguale ao seu custo marxinal, que para eles é o prezo do produto ($BMg = P$).

Os produtores aumentarán a súa produción ata que o seu beneficio marxinal, que é o prezo, se iguale co seu custo marxinal ($P = CMg$).

O punto de equilibrio é E, aquel onde $CMg = BMg$

¿Que pasa se se alteran as curvas de oferta e demanda? Se determinado un prezo P, se consumise unha cantidade menor Q2, os consumidores estarían deixando de percibir un beneficio igual á distancia entre a curva de demanda e o prezo de equilibrio (D-P) por cada unidade non consumida Q1-Q2, mentres que o beneficio total, denominado excedente de consumidor, non percibido ou producido, sería igual á área do triángulo Rse, polo que teñen un incentivo para aumentar o seu consumo ata Q1.

Desde as perspectivas dos produtores, a perda total derivada dunha produción menor da do equilibrio sería igual á área Rte, que reflectiría a perda de eficiencia, coa conseguinte redución do benestar da sociedade.

Razoamentos análogos podemos realizalos cando a cantidade producida e consumida é superior á do equilibrio.

Entón, sempre que se produza unha desviación do nivel de produción respecto do nivel do equilibrio competitivo produciranse perdas de eficiencia que se traducirán en diminucións dos niveis de benestar da sociedade.

A acción pública, polo tanto, trata de atenuar, mitigar, corrixir, anticipar e actuar naquelas situacións que supoñan unha mingua ostensible dos estándares que afectan ao benestar de colectivos de individuos.

De aí nace o concepto de óptimo paretiano. Isto é, aquela asignación de recursos pola cal non é posible mellorar o benestar de ningún individuo sen prexudicar polo menos a outro.

Nos libros de economía, dise que "unha situación A domina ou é superior a outra B cando ao pasar da segunda á primeira, polo menos un individuo mellora o seu benestar e non reduce o de ninguén ao conseguilo". Ao revés, dise que esa situación B é inferior ou dominada por A, se na primeira polo menos unha persoa está peor e ningunha está mellor que a segunda.

Formuladas así as cuestións, en ocasións afirmase que o funcionamento dos mercados competitivos, incluídos nas economías de libre mercado, son óptimos de Pareto, onde cada empresa (produtor) maximiza os seus beneficios de acordo coa súa tecnoloxía, e cada consumidor maximiza a súa utilidade de acordo cos seus gustos e restricións orzamentarias.

Se cada un actúa do seguinte xeito: os produtores igualan o seu custo marxinal co ingreso marxinal, e os consumidores o seu custo marxinal (prezo) ao seu beneficio marxinal, daquela poderíamos concibir unha "produción eficiente para a sociedade no seu conxunto". Cumpriríanse, entón, os dous supostos da man invisible de Adam Smith: os beneficios sociais e provocados coinciden e os custos sociais e privados son iguais.

Por iso, os defensores do liberalismo e do libre xogo das forzas do mercado advirten que os casos de ineficiencia ou de sub-óptimo se producen cando as instancias públicas interveñen con regulacións variadas que interfíren no funcionamento do mercado, e recomendan, en consecuencia, unha abs-

tención na intervención da economía e deixar que o mercado permita asegurar que a sociedade alcance o máximo benestar posible.

Chegados a este punto, ¿podemos afirmar que estamos ante unha ausencia de fallos do mercado? ¿Ou podemos resaltar que non existe intervención pública en ningún campo da economía?

As respostas son negativas. En primeiro termo, a intervención pública garántenos a mesma existencia do mercado, posto que os mecanismos que posúe permiten asignar dereitos de propiedade, a protección dos devanditos dereitos, manter unha actitude coercitiva policial e a actividade xudicial. En segundo termo, cando se incumpren as ecuacións iniciais, isto é, cando os compradores ou vendedores teñen influencia sobre o prezo e conseguen reduci-lo ou eleva-lo dos límites competitivos, significa que estamos ante situacións de monopolios de oferta ou de demanda, e nestes supostos o papel do regulador institucional para garantir tanto os equilibrios como os obxectivos finais resulta básico. En terceiro termo, cando se modifican as ecuacións vinculadas aos beneficios e custos sociais cos beneficios e custos privados, tamén nos atopamos ante situacións de produción insuficientes de bens públicos ou de externalidades negativas que evidentemente deben exixir actuacións de corrección polas correspondentes políticas públicas de calidade de vida e de conservación de recursos nos supostos de problemas medioambientais e de recursos naturais. En cuarto termo, os mercados competitivos só existen nos supostos de información perfecta. No suposto de que todos os individuos dispoñan dunha información incompleta ou asimétrica, os equilibrios resultantes serán ineficientes e ademais xerariamos un novo elemento que é a incerteza. E finalmente, os resultados destes supostos inciden de xeito directo no obxectivo dos modelos económicos, que son, como dixemos ao principio, alcanzar e garantir o máximo benestar social.

Os fallos de mercado, non permiten o seu logro e, polo tanto, aceleran e acentúan a desigual distribución da renda; a inestabilidade no tocante aos ingresos e os prezos e as disímiles condicións de igualdade de oportunidades.

4. Os mecanismos competitivos e os sub-óptimos

Debemos ter en conta as decisións dos produtores e as preferencias dos consumidores. En primeiro lugar, considérase que ninguén debe ser enganado (isto é, superar a incerteza e a información asimétrica). Baixo esta división clasificamos os individuos colectivos en *outsiders* ou *insiders*, segundo se trate de asegurarse contra o risco, contra algunha incerteza e, polo tanto, poidan exercer unha actitude diferente, maximizando a súa actuación en detrimento doutros individuos ou colectivos. En consecuencia, a información e a súa distribución resultan básicas e imprescindibles, e a súa difusión mellora o benestar da sociedade.

En segundo lugar, o risco moral, é dicir, cando se altera algún acordo ou cando se apunta a unhas preferencias de maior risco. Desta forma, atenúanse e redúcense os seguros e os mecanismos de protección para determinados colectivos en proveito dun ou de poucos produtores ou consumidores.

Os problemas da distribución da renda vense aumentados a medida que, tanto os fallos do mercado como os derivados da acción pública, fosen capaces de distorsionar a asignación dos recursos e evitar os procesos de polarización ou as dinámicas de especialización que xeran asimetrías na distribución e nas oportunidades de desenvolvemento para cada un dos estratos de poboación ou actividades produtivas e de servizos.

5. O papel do *free rider*

O *free rider* é un individuo ou axente que goza dos beneficios dun ben público sen pagar por eles. Na medida en que é moi difícil excluír alguén do uso dun ben público (xa que os beneficios non son exclusivos, polo menos en parte), os que se benefician do ben teñen un incentivo para non contribuír á súa produción.

Nestes supostos, calquera que sexa a razón ou a intención de utilizar os bens sen pagar nada, ou simplemente de non expresar as propias preferencias, está a enviar un sinal equivocado aos provedores e, como consecuencia diso, os bens públicos son producidos en cantidades insuficientes ou non son producidos en absoluto; e, polo tanto, a asignación dos recursos é sub-óptima para a sociedade.

A análise da actuación dos *free riders* é fundamental naquelas sociedades nas que a asunción dun sistema de valores amplo e robusto está debilitada por un exceso de individualismo ou dunha falta de confianza nas institucións, ben produto de heranzas históricas, ben por quebra do propio sistema de valores.

As consecuencias das súas actuacións son claras. As institucións e os mercados deben acudir a mecanismos alternativos, porque non están estimados nin calculados os mecanismos de provisión de bens públicos, posto que existen problemas de actuación colectiva de distinta importancia que impedían a provisión en cantidade e en condicións necesarias para alcanzar o máximo benestar social.

Os exemplos das compañías marítimas que adquiren un frete a prezos máis baratos para transportar mercadorías perigosas fronte ás costas galegas nun mercado moi ríxido, ou os pescadores que non se someten ás regras e disposicións para un colectivo, formaron parte da realidade galega e foron postos de manifesto e denunciados nos casos de catástrofes. As nosas análises no caso do accidente do Prestige fronte ás costas galegas serviron para contrastar as cuestións conceptuais aplicables aos comportamentos dos *free riders*.

6. Os modelos de avaliación dos riscos: o custo-beneficio e o custo-eficacia

Na literatura tradicional de avaliación de proxectos de investimento recoméndase a aplicación da análise de custo-beneficio; isto é, un método para contrastar o conxunto de beneficios ou de rendementos que farían elixible un investimento fronte aos custos en que se incorre para realizalo.

Este método posúe certas limitacións cando se aplica a proxectos nos que está involucrado un servizo humano complexo.

A súa explicación, nestes casos, ha de conter non soamente a relevancia que adquire o devandito obxectivo para o sector gobernamental (por exemplo, as accións sobre educación, servizos sociais, sanidade, entre outras), senón tamén as consideracións que os sectores sociais posúen sobre os propios índices que miden os rendementos, categorías e xerarquías de obxectivos.

En segundo lugar, tampouco é doado, desde a perspectiva metodolóxica, os intentos de descontar os custos e beneficios futuros na toma de decisións, como resulta complicada a análise de incorporar o risco ante situacións proclives ou expostas a desastres naturais.

Deste modo, as taxas de desconto son suxeitas a un amplo debate, debido entre outras cuestións á elección de distintas variedades de camiños para incorporar o risco na análise custo-beneficio.

En terceiro lugar, está a dificultade de estimar en termos cuantitativos a vida humana, ou sexa, a súa expresión en unidades monetarias e a súa complexidade á hora de asignar un valor á vida humana.

Finalmente, é preciso ter en consideración o período de tempo que se ha de contar para coñecer cales foron os efectos da aplicación de medidas, xa sexa para eliminar, xa sexa para atenuar os efectos negativos.

Baixo estas premisas, a análise custo-beneficio achega elementos útiles á discusión, pero tamén mostra as súas dificultades para concretar.

Outras correntes institucionalistas desexan facer fincapé na análise custo-efectividade. Isto é, un modelo de análise que, sen deixar de perseguir unha asignación racional dos limitados recursos, utilice instrumentos e procedementos que permitan medir os logros que espera alcanzar en materia de mitigación, comparándoos cos que se obterían por vías alternativas en circunstancias semellantes e contrastándoos cos obxectivos buscados.

¿Que diferenzas existen entre o custo-beneficio e o custo-efectividade? Para o primeiro, o principio que hai que aplicar é simple: compara os beneficios e os custos dun proxecto, e se os primeiros superan os segundos, isto indica unha aceptabilidade. O segundo principio, a análise custo-efectividade, compara os custos coa potencialidade de alcanzar máis eficientemente os obxectivos non expresables en unidades monetarias, senón en produtos e en servizos finais.

Deste xeito, escollendo esta última alternativa, o avaliador e o político poderían definir gamas de alternativas dispoñibles, o que exige un diagnóstico da realidade e unha formulación *ex ante* e *ex post* de cada acontecemento ou daqueles fenómenos que modifican substancialmente o tradicional funcionamento dunha sociedade.

¿Como medilo? Sen dúbida ningunha debemos de ter en consideración varios apartados para a súa análise:

- a) a definición do universo, ou o conxunto de persoas e organizacións afectadas polos desastres e receptoras dos servizos;
- b) as unidades de análise ou obxecto de intervención;
- c) o plan de análise mediante o cal se sintetiza a información e se definen as primeiras decisións, tanto nos planos cuantitativos como en termos cualitativos;
- d) o contexto que pode ser macro (inclúe aspectos vinculados ao réxime político, ás actitudes dos axentes, á influencia dos grupos de interese, etc.) e o micro (referidos ao ambiente no que se realiza a intervención ou as accións que se adoptan); e
- e) a forma de procesamento e transmisión da información.

Polo tanto, a nosa análise non só ha de contar con aspectos cuantificables (que nos permiten traducir a dimensión do proxecto a unidades monetarias, aínda que iso non debe ser sinónimo de relevancia), senón tamén con aqueles outros aspectos que inclúan os fins perseguidos pola sociedade, e que constitúen a dimensión central da análise custo-efectividade (Huber e outros, 2000; Acquatellas, 2002).

Táboa 1. Técnicas de avaliación

Método de gasto preventivo	No que o tempo e o diñeiro que necesitan os individuos para mitigar ou compensar o risco ambiental ou artificial indican uns custos inferiores aos que os individuos dan a ese risco.
Método do custo de substitución	Os custos que supón para un individuo substituír ou restaurar un ben ou servizo danado tómanse como unha estimación inferior do valor da condición (ou condicións) ambiental desfavorable que causou a deterioración na calidade dese ben ou servizo.
Método do custo de viaxe	Valoración de recursos ambientais específicos (ex.: parques naturais) mediante a estimación da súa demanda. O gasto total (tempo e diñeiro) de viaxe necesario para chegar ata ese desprazamento pódese interpretar como o prezo implícito da visita.
Método da valoración continxente	Xerar medidas monetarias de cambios no benestar dos individuos a través de cuestionarios que describen unha situación hipotética. Obteñen as cantidades que o entrevistado estaría disposto a pagar por obter ou evitar a situación descrita.

As primeiras dificultades céntranse nas limitacións de información e na operatividade dos sistemas. Se así sucedese, a recomendación, para medir os beneficios e os custos, sería o emprego de métodos indirectos de estimación, a través doutras experiencias, fenómenos ou situacións, ou por medio de extrapolación en fenómenos anteriores.

Estas primeiras operacións teñen a responsabilidade de centrar a avaliación, e poden establecerse unha serie de indicadores, moi diferenciados para cada un dos programas e accións que se adopten.

Nesta primeira fase, polo tanto, é preciso contar cunha boa análise de:

- as características das ameazas e dos desastres
- a situación xeográfica
- a magnitude

Na medida en que, na maioría dos casos, a comunidade científica posúe estatísticas sobre ocorrencia de eventos, frecuencia e magnitudes dos desastres, áreas de afectación e períodos de retorno probables, os casos de non-consulta ou de ignorar a súa presenza constitúen un gravísimo erro e unha falta de responsabilidade, por non dicir un *grave delito moral*, só capaces de facelo de seren *pervertidos sociais*.

Esta primeira cuantificación de elementos estimados cualitativamente e por puntos de referencia axúdanos a perfeccionar o coñecemento real do problema e a levar a cabo a análise das perdas estimadas.

Unha secuencia para a aplicación da análise custo-efectividade en proxectos de mitigación e atenuación de desastres sería a expresada na táboa 2.

Táboa 2. Aplicación da análise custo-efectividade

ETAPAS	PROCESO PROXECTO	ACTIVIDADES QUE HAI QUE DESENVOLVER
FASE PRELIMINAR	IDEAS DE PROXECTOS	ACCIÓNS
– Determinación da vulnerabilidade	– Xeración de ideas	– Recolectión de información básica – Determinación do valor asignable aos desastres
DIAGNÓSTICO	PERFIL PROXECTO	ACCIÓNS
– Determinación de recursos e necesidades: identificación da capacidade institucional fronte a problemas críticos	– Preparación de proxectos	– Identificación de situación de catástrofes na área – Determinación do risco social aceptable de cada tipo de desastre – Determinación da información base de risco e vulnerabilidade
FORMULACIÓN DO PLAN DE ACCIÓN	FACTIBILIDADE	ACCIÓNS
– Formulación de estratexias locais e definición de programas de apoio institucional e legal	– Formulación dos proxectos. Revisión da súa viabilidade técnica e económica	– Identificación e análise técnica das medidas – Avaliación das medidas – Avaliación das mellores opcións de proxectos e medidas – Avaliación final considerando o risco
INSTRUMENTACIÓN	INSTRUMENTACIÓN	ACCIÓNS
– Aplicación estratexia integra – Programas institucionais, fiscais e legais. Proxectos de investimento	– Instrumentación de proxectos	– Monitorización de procedementos para garantir a operación

7. Exemplo: o impacto do Prestige sobre as costas de Galicia

Galicia está situada nun dos centros de paso marítimo mundiais (Rodrigue, 2004). En torno a 45.000 mercantes transitan fronte ás augas galegas, dos que 13.000 transportan algún tipo de produtos perigosos; é dicir, 122 naves diarias cruzan fronte a Galicia, das que 36 entrañan algún risco.

O Prestige non é o primeiro caso de accidente marítimo. Galicia está á cabeza das traxedias marítimas nos últimos vinte e cinco anos. Catástrofes como as de Polycommander, Erkowitz, Urquiola, Aegean Sea, Andros Patria, Casson, caracterizan a nosa historia.

Táboa 3. Os accidentes marítimos en Galicia

Embarcación	Cantidade	Ano	Carga
Urquiola	101.000 t	1976	Petróleo
Aegean Sea	80.000 t	1992	Petróleo
Prestige	64.000 t	2002	Fuel
Andros Patria	16.000 t	1978	Petróleo
Polycommander	15.000 t	1970	Petróleo
Erkowitz	286 (2000 bidóns)	1970	Pesticidas
Casson	1.100 t	1987	Produtos químicos

A experiencia acumulada nas análises precedentes permitiunos afrontar un estudo serio, académico e fóra de polémicas sobre o impacto do Prestige (González-Laxe, dir., 2003). Entre as principais conclusións resaltamos:

- Galicia recibiu varias “ondadas” de vertedura procedente do Prestige con distinta intensidade. Isto significa que a avaliación dos danos e dos efectos non puido ser estimada de xeito estrito e rotundo nos primeiros tempos (meses e anos), senón que posúe unha incidencia temporal longa (no caso de Exxon Valdez os científicos americanos apuntan entre 10-15 anos; no Erika, arredor de 10-12 anos).
- A vertedura do Prestige afectou a unha extensión de costa moi ampla e heteroxénea, e probablemente moitos dos efectos dos ecosistemas e especies concretas terán unha longa duración. De aí que a nosa preocupación radique na necesidade de aplicar un plan integral e de monitorización que englobase desde as análises sobre a bioacumulación de toxinas ata os estudos de alteracións biolóxicas, como a redución da fecundidade, a aparición de malformacións, os índices de parasitismo, etc., que afectan a moitas especies (salvaxes e comerciais) do noso ecosistema mariño.
- Igualmente pensando no futuro, un dos problemas ecolóxicos máis importantes é a dificultade que entraña a repoboación das áreas afectadas, xa que existe a posibilidade de que especies “oportunistas” colonicen de xeito vantaxoso as zonas onde antes da “marea negra” se atopaban certas especies, como adoita acontecer nos casos do mexillón ou do percebe.
- En referencia á fauna asociada a substratos brandos intermareais e submareais, de grande importancia biolóxica, a contaminación derivada do Prestige ten graves consecuencias sobre a fauna bentónica ligada aos diferentes pisos supra, inter e submareais das costas galegas afectadas.
- A posición do Prestige sobre os fondos batiais profundos ao sueste do banco de Galicia e a vertedura do seu fuel e/ou cru poderían posuír un impacto negativo relativamente importante e prolongado sobre as comunidades de organismos alterados polo afundimento do barco. De aí a importancia do baleirado do buque.

Táboa 4. Exemplos de efectos da catástrofe

Zonas afectadas	Desequilibrios ecolóxicos	Implicacións patrimonio natural	Riqueza mariña arruinada	Efectos sobre actividades económicas
<ul style="list-style-type: none"> – 140 praias afectadas – 4 parques naturais afectados 	<ul style="list-style-type: none"> – Desaxustes produtivos sobre as actividades – Transmisión por encadeamento produtivo; desprazamento dos efectos 	<ul style="list-style-type: none"> – Zonas húmidas – Áreas naturais – Dunas – Hábitats – Complexos intermareais 	<ul style="list-style-type: none"> – Zona de superficie: ameixa, mexillón, percebe – Zona intermareal: navalla. – Zona infralitoral: polbo, centola, linguado, lura, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> – Pesca, marisqueo, cultivos mariños, conservas de peixe. – Afecta á produción, comercio e procesos de industrialización

Para realizar unha análise dos impactos do Prestige distínguense aqueles que son avaliábeis porque se poden cuantificar co obxecto de estimar os beneficios perdidos tanto no mercado como fóra deste, e aqueles outros cuxas medicións só chegarán a cuantificarse ao cabo de varios anos, posto que en certos casos se inclúen valoracións de activos inmateriais (González-Laxe, dir., 2003; Loureiro & Vázquez, 2006). A súa explicación reflectímola no gráfico 1.

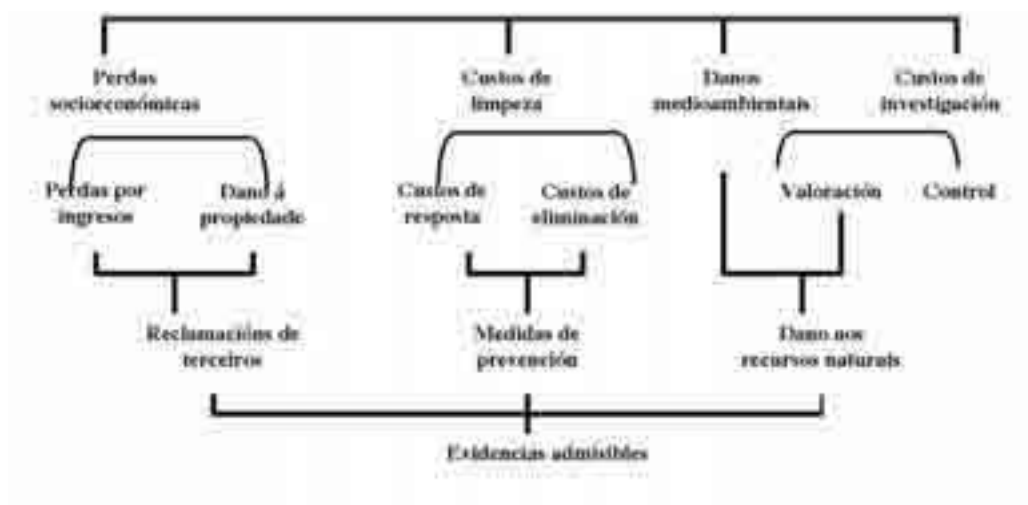
Gráfico 2. Valor económico total



Os danos privados son aqueles que son obxecto de inclusión no marco de responsabilidades do FIDAC. Iso significa que os danos directos causados aos recursos naturais e ambientais polas “mareas negras” son excluídos da avaliación e reparación por parte das autoridades civís (Jacobson, 2005; Liu & Wirtz, 2006), o que supón unha evidente transgresión do concepto de desenvolvemento duradeiro e sustentable que se intenta apuntalar en todos os textos e principios da Unión Europea.

A análise dos impactos e repercusións sobre o conxunto da sociedade afectada debe recoller tanto aqueles labores destinados aos programas de limpeza e restauración ata os efectos directos que potencialmente puidesen sufrir as actividades económicas de Galicia. A xeito de síntese, os efectos negativos directos de carácter económico centráronse nas actividades do sector pesca, marisqueo, acuicultura, actividades conexas e sector turismo. É preciso recalcar que estas actividades económicas son a base económica do aparato produtivo local; son as actividades sobre as que se especializa o territorio afectado (o índice de especialización é notorio e relevante); son as ramas produtivas e de servizos que posúen unha vantaxe comparativa respecto a outras áreas; son aquelas actividades que son máis competitivas e están inseridas en mercados internacionais; e, finalmente, constitúen o piar e o vínculo dos “*milieux territoriaux*” da Galicia costeira.

Gráfico 3. Custos totais por verteduras de hidrocarburos e evidencias admisibles



As principais repercusións económicas afectaban a unha potencial base total de preto de 34.000 persoas distribuídas do seguinte xeito:

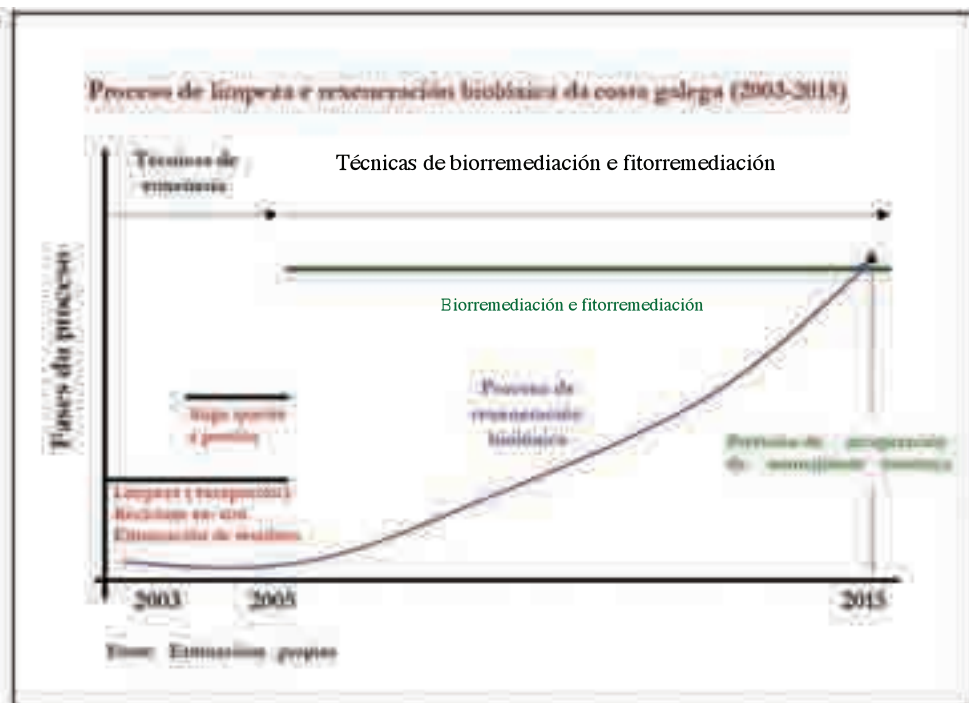
Armadores	Tripulantes	Mariscadores	Comercializadores	Industrias relacionadas	Servizos relacionados	Total
6.652	11.149	5.729	2.019	4.500	3.900	33.849

Así mesmo, outra das consecuencias directas do impacto da catástrofe son os efectos sobre os desprazamentos da poboación, posto que aceleran os procesos de migracións interiores na medida en que moitas das zonas costeiras afectadas posúen taxas de natalidade moi baixas e índice de envellecemento moi elevados. Isto contribuíu a un proceso de despoboamento de certas áreas e a unha aceleración de procesos de cambio de actividade.

Sobre as actividades relacionadas co turismo, as repercusións centrábanse no “efecto disuasión” causado polos “potenciais inconvenientes” que se puidesen acumular na zona afectada, pois á posible perda de visitantes poderíase xustapoñer un retraemento dos investimentos e modernizacións nas instalacións xa situadas en Galicia.

Estes impactos de carácter económico e avaliábeis son agregados aos custos considerados referidos aos labores de limpeza + reciclaxe; limpeza + eliminación de residuos; aplicación de auga quente a presión sobre zonas afectadas; técnicas de bio-remediación e de fito-remediación; dando lugar a unha primeira estimación dos custos do proceso de limpeza e rexeneración biolóxica da costa, tal e como secuenciamos no gráfico 4.

Gráfico 4



A nosa análise fixémosla estimando a superficie afectada e ponderando a proporción dos custos dos devanditos labores en Galicia e aqueles levados a cabo en Alaska con ocasión da catástrofe do Exxon Valdez.

Táboa 5. Datos básicos do impacto económico derivado da vertedura do Prestige en Galicia (primeiras estimacións)

Concepto	Estimación
km de costa afectados (con prohibición para pescar)	1.000 km
Persoas con paro forzoso total (só pesca e marisqueo)	30.000 persoas
Persoas afectadas directa ou indirectamente e de forma total e parcial (só sector pesqueiro e sectores relacionados)	120.000 persoas
Valor engadido bruto perdido (sector pesca-conserva e interrelacións sectoriais)	1.000 millóns euros/ano
Custos de limpeza e doutros aspectos técnicos (a mediados de xaneiro de 2003)	950/1.000 millóns de euros
Investimentos necesarios para a recuperación e o impulso económico das zonas afectadas (Plan Galicia do Goberno español)	12.459 millóns de euros

Fonte: Elaboración propia con estimacións procedentes de estatísticas oficiais e de comunicacións do Goberno español

Máis difíciles de avaliar son os danos sobre os recursos non comercializables. Referímonos tanto aos impactos nos usos activos (turístico-recreativos) do patrimonio natural danado como aos impactos sobre os usos pasivos (biodiversidade, legado patrimonial relacionado con zonas húmidas, areas e diversas formacións de grande interese ecolóxico, espazos únicos para aves e mamíferos mariños, por exemplo).

Gráfico 5. Métodos de avaliación de mercado



A non-incorporación das devanditas perdas no marco institucional que contempla as indemnizacións ou as responsabilidades fai que a súa estimación teña soamente un efecto académico, pero de gran relevancia política. Por iso, no caso da avaliación dos danos do Exxon Valdez incluíuse esta análise de “perda de valores colectivos”, e foi a propia petroleira Exxon quen aceptou compensar os devanditos efectos mediante o financiamento de estudos de avaliación e programas de restauración destinados a devolver os ecosistemas danados a unha situación o máis parecida á que se mostraba antes do accidente. E nos supostos de valoración de danos causados polo Erika, os métodos utilizados realizáronse mediante a “avaliación continxente”, pero que non son aceptadas polo FIDAC (Bonnieux & Rainelli, 1991; Thébaud, Bailly, Hay, Pérez, 2004; Hay & Thébaud, 2006).

Táboa 6. Características básicas dos principais accidentes marítimos acontecidos en Europa (1978-2002)

	AMOCCO	TANIO CÁDIZ	AEGEAN SEA	BRAER	SEA EMPRESS	ERIKA	PRESTIGE
Unidade monetaria	Millóns francos	Millóns francos	Millóns pesetas	Millóns libras	Millóns libras	Millóns francos	Millóns euros
Data accidente	1/3/1978	7/3/1980	1/12/1992	1/1/1993	1/2/1996	12/12/1999	17/11/2002
Vertedura (t)	220.000	13.500	80.000	86.500	72.000	19.800	64.000
Km costa afectada	350	200	100	40 km ²	150-200	400	1.000
Duración proceso compensación	13 anos	8 anos	9 anos	8 anos	> 5 anos	> 3 anos	¿?
Número demandas	n.d.	100	4.600	2.270	1.200	5.600	Actualmente presentaron demanda 27.000 pescadores
Custo total estimado	4.543-5.215	n.d.	n.d.	n.d.	68.129	5.552-6.447	895 mill. € segundo Gobierno
Demandas de indemnización	4.959	1.168	62.396	154	56.877		
Indemnizacións pagadas	965	362	2952	57	34	159	

Fonte: Thébaud O. (2004), para os todos os accidentes a excepción do Prestige (González-Laxe, 2006)

8. Os riscos baixo as análises económicas

Os riscos enfocados desde a perspectiva económica han de poder contar e poder centrarse sobre tres aspectos de vital importancia: a) os aspectos normativos; b) os conflitos de valores; e c) os problemas sobre as taxas de actualización. En referencia ao primeiro, débese conceptuar de xeito moi nítido a aceptabilidade da asegurabilidade. Isto é, facer referencia tanto ao que é asignado e, polo tanto, pode ser repercutido, e tamén ás opcións posibles da transferibilidade dun ente a outro, isto é, o vínculo existente entre o asegurado e o asegurador. Dadas as posibilidades de monitorizar as devanditas análises existen sociedades que están moi reguladas, en tanto que noutras, a aversión ao risco conduce a non ter en conta certas posibles manifestacións e/ou probabilidades de risco. O segundo aspecto, o relativo aos conflitos de valores, supón a toma en consideración dun requirimento básico, isto é, debemos de procurar a existencia dun consenso social sobre a forma de atribuír un valor monetario (prezo) a certos parámetros ou indicadores que interveñen no risco, aínda a sabendas da propia dificultade e estimación deste (por exemplo, os cálculos sobre a vida humana). Nalgúns supostos, como o mencionado, sempre existe unha ampla diverxencia entre as estimacións dos técnicos e a opinión pública. E finalmente, o problema sobre a actualización da taxa de desconto supón asegurarse de que, en moitas ocasións, se ignoran as rendas das xeracións futuras, polo que se incrementan as dificultades de estimación dos valores futuros.

Se estes son os aspectos normativos, os aspectos positivos na prevención de riscos fan referencia a dous aspectos fundamentais. O primeiro, á internalización dos efectos externos, na medida en que cada actor/axente debe cargar coas consecuencias das súas propias decisións, e polo tanto, as responsabilidades individuais obrigan a determinar as regras da responsabilidade. Non obstante, resulta precisa unha consideración adicional: certos riscos son irreversibles, co que os riscos derivados dunha maior presión competitiva poden desembocar en procesos máis agudos sen garantías de prevención. O segundo aspecto positivo é o que fai referencia á organización dos expertos, é dicir, aos seus status, aos seus propios intereses e aos seus comportamentos. As súas análises son diversas e obxectivas, aínda que dado o alto nivel de atomización de orde xeográfica poden coadjuvar a xerar unhas normas de funcionamento moi disímiles, o que esixe formalizar estándares á hora de presentar resultados preliminares e finais, e proceder á avaliación dos riscos.

En consecuencia, a xestión dos riscos procura, en primeiro termo, evitar as ambigüidades, reducir as hipóteses pesimistas e as hipóteses heteroxéneas; e en segundo lugar, modelizar os coñecementos en función da distribución de probabilidades da eliminación da incerteza e non falar en abstracto.

Por iso, a revisión dos coñecementos pódese levar a cabo de tres maneiras: a) a "*mise au clair*" (*revising*), por medio de afirmacións rotundas; b) a "*mise au jour*" (*updating*), mediante informacións novas e actualizadas, e c) a "*mise au point*" (*focusing*), a través da información adquirida.

O responsable público ao aplicar o método de custo-beneficio ha de ter en consideración o principio de precaución, isto é, coñecer e interpretar a tradución matemática da aversión da colectividade cara ao risco, xa que os seus obxectivos se centran en minimizar as consecuencias e as perdas (Jeanrenaud, 2006). Ante estas circunstancias, os decisores públicos xogan cunha combinación de dous factores: a) a aceptación de que o principio de precaución non pode significar que sexamos e adoptemos decisións de corte imprudente; e b) os grupos de presión van utilizar outras informacións, a maior parte delas vinculadas ao servizo dos seus propios intereses. De aí que as estratexias vaian encamiñadas a distinguir entre preferencias e referencias, subliñando neses supostos a xerarquización dos riscos, a limitación dos campos de incerteza e a coordinación dos procesos de creación dunha opinión, os modos de presentalas e a súa revisión.

9. Conclusións: o novo rol do decisor

Analizar as situacións de risco supón reducir as incertezas e establecer un procedemento para comezar a responder de xeito máis eficaz nas operacións de preparación da decisión e adopción dunha correcta xestión de riscos (Gollier, 2001). Por iso, o decisor, desde a súa propia perspectiva, aborda unha combinación de tres reflexións: a) o risco é máis ou menos plausible; b) o risco é máis ou menos reducible; e c) o risco é máis ou menos observable. A conxunción destes elementos axuda a marcar as liñas de actuación e de conduta máis eficaces.

Non obstante, a proliferación de situacións de maiores riscos empurra á sociedade a cuestionarse os graos de confianza nos decisores. A devandita falta de confianza débese na maior parte dos casos á carencia de información e ao reducido nivel que se difunde. Nese sentido, vén sendo habitual, ante concretas manifestacións de risco, amplas controversias, abundantes disparidades de criterios e de análise e numerosas diverxencias e pareceres, que, sen dúbida ningunha, alimentan unha crecente dificultade de depositar confianza nos técnicos e científicos. Agora ben, a marxinación destes últimos na preparación da toma de decisións supón un elevado constrinximento na aplicación dos métodos consistentes en buscar a mellor solución e seguimento de recomendacións.

Na medida en que o risco cero non existe e o feito de dispoñer de procedementos que sexan dignos de confianza, intelixibles e que non estean limitados nas súas análises, obriga a identificar organismos con responsabilidade para elaborar propostas e para executalas. Dito doutra forma, requírense oficinas ou centros que respondan á prevención, análise e avaliación dos riscos.

Bibliografía

- Acquatella, J. (2001), *Aplicación de instrumentos económicos en a política ambiental en América Latina y el Caribe: desafíos e factores condicionantes*. CEPAL/PNUD. Santiago de Chile.
- Beck, U. (2002). *La sociedad del riesgo global*. Madrid.
- Bonnieux F. & P. Rainelli (1991). *Catastrophe écologique & dommages économiques*. París.
- Gollier, Ch. (2001). *The economic of risk and time*. MIT Press.
- Gonzalez Laxe, F. (dir.) (2003). *El impacto del Prestige. Análisis y evaluación de los daños causados por el accidente del Prestige y dispositivos para la regeneración medioambiental y recuperación económica de Galicia*. Instituto Estudios Económicos de Galicia. Fundación Barrié de la Maza. A Coruña.
- Gonzalez Laxe, F. (2006). "¿Cómo han evolucionado los mecanismos de regulación y de seguridad marítima internacionales después de la catástrofe del Prestige?". En GARCÍA PÉREZ & SANZ LARRUGA. Seguridad marítima y medio ambiente. A Coruña, pp. 217-233.
- Hay, J. & O. Thébaud (2006). *La prise en compte des dommages écologiques dans l'évaluation économique des effets des marées noires: une évaluation préliminaire des enjeux*.
- Huber, R.; J. Ruitenbeek; R. Sarao de Matto (2000). *Market based instruments for environmental policy making in Latin America and the Caribbean*. World Bank. Discussion paper n.º 381.
- Jacobson, M. (2005). *The international oil pollution compensation system: recent development. Conference of Peripheral Maritime Regions of Europe*. Madeira, 2-4, novembro 2005.
- Jeanrenaud, Cl. (2006). *L'évaluation économique des interventions de l'Etat: les méthodes, leur potential et leurs limites*. Berna, 9, marzo 2006.
- Lawell, A. (1998). "Decision making and risk management. Furthering cooperation in science and thecnology for caribbean development". Conferencia en Port of Spain, setembro 1998.
- Loureiro, Mª & Mª X. Vázquez Rodríguez (2006). "Incentivos y políticas de gestión de catástrofes ambientales marinas: el Prestige". *Cuadernos Económicos de ICE*, n.º 71, pp. 199-219.
- Liu, X. & K.W. Wirtz (2006). "Total oil spill costs and compensations". *Maritime Policy and Management*. Vol. 33, n.º 1, pp. 49-60.
- Picard, P. (2000). "Les catastrophes naturelles". *Risques*, n.º 41, pp. 60-93, xaneiro-marzo.
- Rodrigue, J-P. (2004). "Straits, Passages and chokepoints: a maritime geostrategy of petroleum distribution". *Cahiers de Géographie du Québec*. Vol. 48, n.º 135, pp. 357-374.
- Thébaud , O.; D. Bailly; J. Hay; J. Pérez (2004). "The cost of oil pollution at sea: an analisis of the process of damage valuation and compensation following oil spills". En PRADA.
- A. & Mª X. Vázquez (coord.). *Efectos económicos sociais e ambientais da marea negra do Prestige*. Consello da Cultura Galega, Santiago de Compostela, pp. 187-219

7. DESDE A REACCIÓN ÁS SOLUCIÓNS SUSTENTABLES: UN MARCO DE TRABALLO PARA MELLORAR A TOMA DE DECISIÓNS NO CONTEXTO DOS SISTEMAS COMPLEXOS SOCIO-ECOLÓXICOS

Autor

Joel A. Tickner, Sc. D.

Galicia sufriu nos anos recentes un número elevado de desastres ambientais de perfil elevado. O afundimento do buque-tanque Prestige atraeu a atención internacional sobre a zona e os seus fráxiles ecosistemas. Incendios recentes e inundacións afectaron máis aínda os recursos ecolóxicos do seu contorno. Estes desastres derivan da interacción complexa entre os seres humanos e o seu medio. Hai dúas respostas posibles ás consecuencias ecolóxicas e sobre a saúde humana da pobre xestión ambiental nesta zona, e, en calquera caso, de calquera outra: 1) responder aos problemas segundo van acontecendo. Isto considérase como a acción reactiva, unha na que se aplican políticas de curto prazo (póñense parches) a problemas específicos, tratando as causas próximas e non as radicais profundas do *problema*. Esta forma de actuación non só é enormemente custosa, senón que non protexe contra o dano. 2) Desenvolver sistemas de prevención e planificación adaptativa para afrontar as causas radicais dos problemas. Isto pódese considerar como a forma proactiva (en contraposición á reactiva anterior) de afrontar a situación. Aínda que pode ser que teña maiores custos iniciais e exixa procesos administrativos máis complexos, o seu foco é a prevención e deriva de, e exige, a innovación en ciencia, tecnoloxía e técnicas de xestión cun gran potencial de producir beneficios a longo prazo.

Este artigo facilita unha introdución a un esquema de tratamento da xestión ambiental para Galicia de tipo proactivo e orientado cara ás solucións. Está baseado nun principio de toma de decisións denominado o “principio de precaución”, que exige accións preventivas para afrontar riscos incertos. Tras un repaso dos problemas actuais sobre procesos de tomas de decisións con respecto ao medio ambiente e á saúde, sinalamos o concepto de precaución como un paradigma novo da toma de decisións. A continuación provemos repaso dos fundamentos para un esquema de traballo para a aplicación do principio de precaución que Levin denominou “sistemas complexos adaptativos” (Levin, 1998, 1999). Exploramos a seguir tres vías concretas nas cales este concepto de precaución pode ser incluído de forma máis efectiva nos procesos de toma de decisións na zona. Estas vías son: 1) promover obxectivos amplos e agresivos para o medio ambiente e a saúde no contorno, para protexer o medio para as xeracións futuras, e establecer os procesos para implementar estes obxectivos; 2) aplicar as ferramentas da avaliación de alternativas para desenvolver e promover procesos industriais, produtos e actividades humanas máis sustentables; (3) promover o desenvolvemento de sistemas humanos industriais e sistemas ecolóxicos adaptativos e resilientes na zona. Explicamos a continuación como deben ser integrados estes procesos nas estruturas da toma de decisións que empregan un rango mais diverso de ferramentas científicas, que recoñecen un rango completo de incerteza e incorporan un rango amplo de voces nestes procesos de toma de decisións.

Isto representa cambios significativos para calquera sistema actual de actuacións ambientais e un desafío ás nosas aproximacións actuais á ciencia e á toma de decisións. Pero necesitamos estes experimentos novos e atrevidos na toma de decisións ambientais se queremos de verdade combater a degradación ecolóxica e a saúde humana e deixarlles un planeta sustentable ás xeracións futuras. Isto exixirá unha capacidade de liderado visionaria, flexible e con ganas de aprender, e o recoñecemento de que a saúde do ecosistema está inextricabilmente unida coa saúde humana.

1. Un problema: accións estreitas (limitadas, pobres) á ciencia e á política conducen a impactos custosos

Os riscos ambientais e da saúde contemporáneos, tales como o cambio climático, a perda de biodiversidade e os derivados da biotecnoloxía, presentan desafíos únicos á habilidade da ciencia para anticiparse e previr os danos. Se a ciencia é incapaz de predicir, cuantificar ou caracterizar eses riscos, entón as accións precautorias poderían ser atrasadas mentres se buscasen novas evidencias de danos potenciais. Deste xeito, poñer en marcha o principio de precaución exige non soamente cambios na política ambiental, senón tamén unha reavaliación dos límites da ciencia en fronte de riscos complexos, da mesma forma que o desenvolvemento dos pasos necesarios para afrontar esas limitacións.

A complexidade dos problemas do ecosistema hoxe en día presenta os seguintes problemas para a ciencia:

- Escala. Moitos dos actuais problemas ambientais presentan riscos que afectan a áreas xeográficas moi grandes e poden afectar aos seres humanos e ao ambiente durante períodos moi longos de tempo. Períodos latentes moi longos poden acontecer entre o comezo da tensión e a detección dos cambios (Rapport et al., 1998), incrementando a verosimilitude de que os factores que interveñen poidan xogar un papel á hora de causar certo efecto (Krimsky, 2000) e facendo decrecer a capacidade dos científicos para caracterizar as relacións causais correspondentes.
- Contexto. Moitos dos riscos actuais para os ecosistemas caracterízanse mellor como o resultado de causas acumulativas e interactivas e axentes múltiples que introducen tensións. Os seres humanos e os ecosistemas están expostos con frecuencia a máis dun risco, e a relación entre eses riscos interactivos estudouse relativamente pouco. Por exemplo, as causas básicas do colapso das pesqueiras mariñas pode ser o resultado de enfermidades causadas por patóxenos, ataques químicos e da perda de biodiversidade producida pola sobrepesca (Epstein, 1998). Algúns dos efectos das actividades humanas sobre a saúde e o ambiente son sutís e non son doadamente visibles no ámbito do individuo, ou dun ecosistema particular, e só se fan evidentes no ámbito da poboación total. A variabilidade de escala grande tanto na exposición a, como os efectos dalgúns riscos, combinada coa susceptibilidade única dalgúns dos individuos e das poboacións, complica os esforzos para anticipar e previr os impactos.
- Incerteza. Moitos problemas ambientais actuais están caracterizados por unha incerteza extrema, que resulta tanto das limitacións das ferramentas científicas dispoñibles coma da propia natureza dos sistemas complexos. Hai incerteza non só acerca de efectos de tan grande escala como o cambio global, senón tamén acerca de impactos máis pequenos como a toxicidade dalgún composto químico particular e os seus efectos sobre os humanos adultos ou sobre os fetos en desenvolvemento. Mentres algo desta incerteza pode reducirse vía unha mellor información ou investigacións científicas, outra resulta da natureza complexa dos sistemas naturais e sociais. Este tipo de incerteza, chamado indeterminación ou “sorpresa”, non pode ser reducido de forma sinxela.

A zoóloga e ex-presidenta da AAAS, Jane Lubchenco (1998: 492), conclúe:

Os cambios actuais, individuais e colectivos... son tan diferentes en magnitude, escala e tipo dos cambios pasados que mesmo os nosos mellores rexistros e modelos ofrecen pouca guía con respecto á escala ou mesmo ao carácter das respostas axeitadas a eses cambios. É altamente verosímil que o futuro implique velocidades crecentes de cambio; maior varianza dos parámetros dos sistemas; maior incerteza acerca das respostas complexas dos sistemas biolóxicos, ecolóxicos, sociais e políticos; e máis sorpresas.

2. Limitacións da práctica actual da ciencia e as políticas

A pesar destes desafíos, a ciencia ambiental non conseguiu, en xeral, desenvolver novas ferramentas para afrontar a complexidade dos riscos ecolóxicos e da saúde humana. Estas limitacións das ferramentas científicas teñen implicacións importantes para a capacidade da ciencia para informar e apoiar a toma de decisións precautorias fronte a riscos incertos e complexos.

Formación limitada de hipóteses. A formulación de hipóteses define en boa medida os tipos de resultados que poden ser obtidos na investigación ambiental. Polo xeral, as hipóteses científicas fórmulanse de tal maneira que poidan ser respondidas no tempo e cos recursos dispoñibles, conducindo a unha investigación reducida e estreita cun alcance limitado no tempo e no espazo. Este enfoque “reducionista” trata de entender os sistemas complexos illando un ou uns poucos factores baixo condicións controladas e reproducibles (Lemons et al., 1997). Este enfoque funciona ben na ciencia experimental, onde o obxectivo é o desenvolvemento de teorías predictivas para explicar fenómenos específicos de causa-efecto. Na ciencia ambiental, porén, isto pode orixinar que riscos e impactos específicos poidan ser ignorados.

O epidemioloxista Neil Pearce observa que “parece que estamos a usar unha tecnoloxía cada vez máis avanzada para estudar cuestións cada vez máis triviais, mentres que se ignoran as causas das enfermidades da poboación” (Pearce, 1996: 682). O intento de traducir os problemas a cuestións susceptibles de investigación significa que podemos atopar respostas extremadamente precisas a cuestións incompletas ou incorrectas, o que pode ser considerado como un erro de tipo III (Schwartz e Carpenter, 1999). A estreiteza e especificidade de hipóteses e investigacións leva a miúdo á compartimentación das disciplinas e o coñecemento. Este enfoque fragmentado impide con frecuencia unha comprensión integrada das causas radicais da degradación e da enfermidade. A compartimentación das disciplinas esténdese mesmo a unha separación entre investigadores cualitativos e cuantitativos. Mentres hai unha tendencia forte entre moitos investigadores ambientais cara a métodos e evidencias cuantitativas, a información cualitativa é con frecuencia necesaria (e ás veces representa os mellores datos dispoñibles) para obter unha comprensión máis completa dos riscos ambientais complexos. A compartimentalización fai, frecuentemente, que tanto científicos como responsables das tomas de decisións carezan das necesarias series amplas de ferramentas, métodos, experiencia e coñecemento para tomar decisións precautorias.

Unha énfase nos efectos principais e non nas interaccións ou os impactos acumulativos. Os sistemas biolóxicos e ecolóxicos son complexos, con lazos múltiples de realimentacións e interaccións. Non obstante, existe unha tendencia na investigación ambiental e sanitaria a fixarse nos factores causais máis doadamente cuantificables e a asumir que actúan independentemente. As axencias non examinan, polo xeral, os efectos acumulativos e interactivos porque son difíciles de estudar e porque faltan metodoloxías aceptadas amplamente. E aínda así, as dificultades para estudar eses efectos non significa que estes estean ausentes. A falta de énfase nas interaccións e os efectos acumulativos pode inhibir os esforzos amplos para examinar as causas profundas dos riscos ambientais.

Un tratamento limitado da incerteza e os erros. A incerteza é inherente na maioría da investigación ambiental e da saúde, e é a razón primaria para tomar precaucións. A incerteza considérase, non obstante, como unha falta pasaxeira de datos que pode ser cuantificada, modelada e controlada mediante un traballo científico adicional (Barrett e Raffensperger, 1999). A avaliación formal da incerteza na investigación na ciencia ambiental redúcese, polo xeral, a unha discusión limitada aos erros dos resultados principais, que indican a magnitude do erro da variable de saída. Ás veces realízanse algunhas análises algo máis completas de tipo probabilístico ou de incerteza cuantitativa para presentar unha distribución de incertezas para varias variables independentes e para a variable final. Porén, estas aná-

lises poden deixar fóra fontes potenciais de incerteza máis importantes, tales como erros no modelo utilizado para analizar e interpretar os datos, a variabilidade e susceptibilidade das poboacións específicas, incertezas sistémicas, interaccións entre as variables e desviacións debidas á forma de desenvolver o estudo. A maioría das análises de incerteza deixan fóra a súa información cualitativa, como poden ser as interpretacións do que é coñecido, descoñecido ou daquilo que só se sospeita.

Os erros na investigación científica trátanse de xeito simétrico (Kriebel et al., 2001). Mentres os métodos convencionais se concentran en tratar de evitar o erro de observar un efecto que realmente non existe –un erro do tipo I–, isto, como é ben sabido, incrementa a probabilidade de cometer un erro de tipo II: deixar de observar un efecto que si existe. Isto é particularmente certo cando o tamaño da mostra non é controlable. A significancia estatística considérase como algo central para a aceptación dun estudo ou dunha hipótese. Se os resultados non demostran un efecto cun grao elevado de significancia, considérase que ese efecto non aconteceu. Outras veces, se o efecto non se separa moito do ruído de fondo, considérase carente de importancia, mesmo se é estatisticamente significativo. A significancia estatística pode ser difícil de conseguir se o efecto é raro ou o número de mostras estudadas ou a magnitude dese efecto son pequenos.

Os científicos tenden a protexerse dos erros de tipo I, aínda co risco de incrementar a probabilidade dos erros de tipo II. Mentres que obter algunha certeza antes de aceptar unha hipótese causal ou unha teoría é un elemento central e necesario da ciencia experimental, o mesmo nivel de certeza é, a miúdo, difícil de conseguir no mundo complexo e incerto da ciencia ambiental. Isto actúa en contra das políticas de precaución. Sir Bradford Hill, o pai da epidemioloxía moderna, indicou que mentres a significancia serve como unha guía de contención antes de extraer conclusións, non existe un nivel “correcto” de significancia para cada situación, e a incerteza “non nos confire a liberdade de ignorar o coñecemento que xa temos, ou de pospoñer a acción que parece ser exixida en certo instante” (Hill, 1965: 299-300).

3. As implicacións das limitacións das ferramentas científicas usadas nas políticas

Aqueles que deseñan políticas consideran a miúdo, de forma errónea, a ciencia como unha fonte incontrovertible de coñecemento sobre a que basear as decisións desas políticas. Como resultado, os límites dos métodos científicos para cuantificar as relacións causais interprétanse a miúdo, erroneamente, como proba de seguridade. O biólogo John Cairns sinalou que científicos e xestores sociais deixan de ter en conta riscos altamente incertos, mentres que conclúe que “os riscos non recoñecidos seguen sendo riscos, os riscos incertos seguen sendo riscos e os riscos rexeitados seguen sendo riscos” (Cairns, 1999).

Os sistemas políticos e regulatorios da maioría das rexións do mundo perpetúan as limitacións da ciencia debido, en parte, aos desafíos constantes a que os reguladores se enfrontan, procedentes da comunidade regulada, dos políticos e doutras instancias. Para facer o seu traballo máis sinxelo e as súas decisións máis defendibles, aqueles que toman as decisións prefiren emitir estimacións aparentemente precisas dos riscos e non falar das incertezas que xacen baixo as súas estimacións. Adicionalmente, a miúdo evitan estudar problemas –por exemplo, os efectos acumulativos de exposicións múltiples a produtos tóxicos– se os métodos ou ferramentas non están totalmente desenvolvidos ou poden ser criticados por aqueles aos cales tratan de regular ou por outros (Applegate, 2000). Os reguladores consideran, con frecuencia, a incerteza como un aspecto negativo da ciencia (Funtowicz e Ravetz, 1992). Mentres a incerteza é crítica para identificar novas cuestións que investigar, recoñecer a incerteza pode debilitar a autoridade da axencia, ao crear unha imaxe desa axen-

cia como descoñecedora do problema, ameazando a obxectividade dos estándares “baseados na ciencia” que parecen ser esenciais para a habilidade da ciencia para defenderse a si mesma.

Este medo á incerteza pode levar ao que podería chamarse a “patoloxía da rixidez” –unha falta de ganas de recoñecer a incerteza e a ignorancia (non saber o que non sabemos) como inherente aos sistemas complexos–, e a experimentar con novos enfoques os esquemas de toma de decisións. Prefiren en vez diso utilizar as mesmas ferramentas cuantitativas e estruturar os problemas dunha forma que produza respostas e solucións claras (por exemplo, deixando de estudar efectos acumulativos) (ver Brickman et al., 1985; Clark e Majone, 1995). Esas ferramentas incorporan a errónea noción de que os impactos sobre os ecosistemas teñen unha “capacidade asimilativa” predicible –unha capacidade para recuperarse do dano causado–. As axencias poden, así, utilizar recursos para establecer niveis “seguros” ou “aceptables” arbitrarios e derivados da política, niveis que poden non ter nada que ver coa ciencia (MacGarvin, 1994). Unha cuestión clave para aqueles que toman decisións é, non obstante, como pode a ciencia establecer un impacto “aceptable”, cando o efecto exacto, a súa magnitude, distribución e interconexións son descoñecidas (Gee, 1997).

Como resultado desta rixidez non se fai nada acerca dos riscos potenciais mentres se debaten as cuestións de detalle da evidencia científica ou das incertezas reais ou “manufacturadas”. Estes riscos considéranse como non existentes fronte a datos que faltan, incertezas e debates sobre detalles dos impactos. Este enfoque da ciencia ambiental non é unicamente ineficiente, senón que pode ser daniño para a saúde humana e para os ecosistemas, posto que se acepta que algún nivel de dano é asumible e inevitable, e que non deben poñerse en marcha accións ata que se acumule unha evidencia forte de impactos. Posto que a incerteza é tan pouco apreciada, os avisos temperáns sobre os danos potenciais óbvianse con frecuencia. Nunha revisión de exemplos de fallos tecnolóxicos, Lawless (1977) atopou que en máis do 40% dos casos se desprezara algún sinal temperán dos efectos potenciais deses fallos. En polo menos a metade dos casos unha alarma previa soara sobre algunha tecnoloxía relacionada coa tecnoloxía en cuestión.

4. Os custos de non actuar hoxe

As implicacións económicas e ambientais de non tomar ningunha acción ante os avisos temperáns de riscos complexos e incertos ecolóxicos e da saúde foron documentadas amplamente. Estes impactos son reais, non hipotéticos. As implicacións de non actuar para previr o cambio climático foron discutidas en detalle por numerosos autores (IPCC, 2007). O recente Informe Stern no Reino Unido estima que os custos de non actuar para previr o cambio climático superan xa hoxe os custos deste (Stern, 2006). Un informe esencial da Axencia Europea de Medio Ambiente titulado *Leccións tardías dos avisos temperáns* sinala catorce casos de riscos ambientais nos que non se fixo caso das advertencias temperáns, incluíndo o colapso das pesqueiras, o asbesto, os difenilos policloratados e o burato da capa de ozono (EEA, 2002). Nalgúns deses casos, como no do asbesto, os custos de non actuar supuxeron centos de millóns de dólares. Estas cifras non inclúen, xeralmente, a dor e o sufrimento, os fogares destruídos e a perda de oportunidades (traballo, seguridade ecolóxica, habilidade para gozar da natureza) das xeracións futuras.

Mentres que os beneficios a longo prazo de actuar hoxe poden ser incertos con respecto aos custos (de oportunidade) máis inmediatos dese actuar, a experiencia mostra que as políticas fortes de protección do ecosistema teñen beneficios substanciais de innovación (Ashford, 1997). Máis aínda, mentres que xorde a preocupación acerca dos custos de sobre-regular (actuar cando o risco se comproba que non é real ou é menos severo do que se esperaba), estas preocupacións adoitan ser hipotéticas e hai moi poucos casos ben documentados que demostren que isto acontecera así (Hansen et al., por

publicar). De feito, as predicións temperás dos científicos adoitan confirmarse como tanto máis severas segundo vai avanzando o coñecemento.

5. Un paradigma novo para a toma de decisións: o principio de precaución

O concepto de “principio de precaución” está sendo discutido de xeito crecente nos debates acerca das ameazas á saúde e ao medio ambiente, ao ir facéndose a natureza desas ameazas cada vez máis complexa, incerta e global. A necesidade de precaución xorde da incerteza e dos custos de non actuar cara a esa incerteza. Se todos os riscos potenciais puidesen ser avaliados cuantitativamente cun erro mínimo, sería relativamente doado basear a política de decisións nas análises cuantitativas e en pouco máis. Pero nun mundo no que o tempo atmosférico global, os acuíferos e os nenos en crecemento aínda conteñen misterios que se resisten á análise, as mellores políticas ambientais necesitan ser guiadas non só pola mellor ciencia dispoñible, senón que cumpriría engadirilles un principio de posible equivocación seguido pola precaución.

O principio de precaución estimula políticas que protexen a saúde humana e o medio ambiente fronte a riscos incertos. No seu sentido máis amplo non é un concepto novo. A precaución está enraizada en séculos de teoría e práctica médica, de saúde pública e, máis recentemente, de preocupacións ecolóxicas. Por exemplo, o ecoloxista George Perkins Marsh afirmou: “Nunca estamos xustificadas ao supoñer que unha forza é insignificante porque descoñecemos a súa magnitude ou porque non podemos hoxe trazar os seus efectos ata as súas orixes” (Marsh, 1965).

Como principio de toma de decisións ambientais e de saúde, o principio de precaución toma as súas raíces do alemán *Vorsorgeprinzip* (cuxa tradución é exactamente a de “principio de precaución”). Traducións alternativas son as de “principio de coidado preventivo ou de previsión”, que teñen a vantaxe de resaltar a acción anticipativa –unha idea proactiva cunha connotación lixeiramente diferente da de precaución, que soa para moitos como reactiva e mesmo como negativa–. O *Vorsorgeprinzip* estableceuse para afrontar riscos emerxentes, pero non probados, sobre a saúde e os ecosistemas. Baséase no concepto de que a sociedade debería tratar de evitar o dano ambiental mediante unha planificación social coidadosa que debería estimular a innovación, a creación de traballo e un desenvolvemento sustentable. Aínda que ten as súas raíces nas políticas ambientais alemás de 1970, durante os últimos 25 anos o principio serviu como un elemento de guía dos tratados que se ocupan da polución mariña, os compostos químicos que atacan a capa de ozono estratosférico, os organismos modificados xeneticamente, as pesqueiras, o cambio climático e o desenvolvemento sustentable (Raffensperger e Tickner, 1999; O’Riordan et al., 2001).

O tratado de Maastricht de constitución da Unión Europea establece a precaución, coa prevención da polución en orixe e o principio de que o que contamina paga, como os elementos básicos da política europea de saúde ambiental. Aínda que non se menciona explicitamente, a precaución xace baixo moitas das políticas de saúde e ambientais aceptadas ao longo do globo, designadas para protexer a saúde e o medio ambiente fronte a riscos incertos. Esas políticas inclúen seguridade nos alimentos, saúde ocupacional e políticas de substitución de compostos químicos.

Dúas definicións do principio de precaución citadas comunmente inclúen a Declaración de Río de 1992, na conferencia das Nacións Unidas sobre medio ambiente e desenvolvemento, e a Declaración de Wingspread de 1998 sobre o principio de precaución. A Declaración de Río afirma:

Para protexer o medio ambiente, o enfoque precautorio será aplicado amplamente polos estados de acordo coas súas capacidades. Onde existan ameazas de dano serio ou irreversible, a

falta de evidencia científica completa non se utilizará como razón para atrasar a posta en marcha de medidas efectivas en custo para previr a degradación ambiental.

A Declaración de Wingspread, desenvolvida por un grupo multidisciplinar de científicos e analistas das políticas, afirma:

Cando unha actividade xera ameazas de dano á saúde humana ou ao medio ambiente, deberán tomarse medidas precautorias mesmo se algunhas relacións causa-efecto non foron establecidas cientificamente (Raffensperger e Tickner, 1999).

Mentres que as definicións difiren, teñen todas elementos similares: se hai evidencia ou preocupación científica crible de ameazas á saúde, débense de tomar medidas precautorias. Noutras palabras, unha acción preventiva debe tomarse ante os avisos temperáns, aínda que a natureza e a magnitude do risco non se comprendan completamente.

A Declaración Lowell sobre ciencia e precaución, desenvolvida por 85 científicos de 17 países, estableceu os seguintes compoñentes esenciais para a aplicación efectiva da precaución (Tickner, 2003):

- Mantemento do dereito básico de cada individuo (e das xeracións futuras) a un ambiente san, que manteña a vida, tal e como se explicita na Declaración de Dereitos Humanos das Nacións Unidas.
- Actuación tras avisos temperáns, cando exista evidencia crible de que está a acontecer dano ou que é probable que aconteza, mesmo se a natureza e magnitude exactas deste non se comprenden exactamente.
- Identificación, avaliación e implementación das respostas máis seguras posibles para satisfacer as necesidades sociais.
- Asignación da responsabilidade aos causantes das actividades potencialmente perigosas de estudar a fondo e minimizar os riscos e de avaliar e elixir as alternativas máis seguras para satisfacer unha necesidade particular, con crítica por axencias independentes.
- Aplicación de procesos transparentes e inclusivos de toma de decisións que incrementan a participación de todos aqueles interesados e das comunidades, particularmente daquelas afectadas potencialmente por unha elección de alternativas.

Ao adaptar o principio de precaución á toma de decisións poderíase dicir que a precaución pasa as preguntas feitas na elección de alternativas nas cuestións ambientais e de saúde, desde “qué nivel de danos é aceptable” a “cánto dano é posible previr”, ou mesmo a “¿é esta actividade necesaria?”. A precaución concirne a como tomamos decisións mellores, que protexen mellor a saúde baixo condicións de incerteza. En vez de servir como un martelo cando se alcanza un límite específico de evidencia, a precaución debería ser vista como un compás que guía a ciencia e a política fronte á incerteza (Tickner et al., 2003). Cando se ve desde este contexto, aparecen novos e importantes papeis para a ciencia: caracterizar danos potenciais complexos (actuar fronte á incerteza); para a toma de decisións (asignar obxectivos cara a onde deberíamos de avanzar como sociedade, establecendo sistemas máis flexibles para esta toma de decisións e incrementando a participación daqueles interesados nestas); e para a tecnoloxía e a sociedade: desenvolver solucións (desenvolver e buscar alternativas máis seguras ás actividades potencialmente daniñas).

6. Implementar a precaución na política pública –tal e como se a ecoloxía importase

Dadas as definicións e os compoñentes da precaución é importante facer un borrador de como a precaución podería ser aplicada nos procesos de toma de decisións na ecoloxía e a saúde humana. As seccións seguintes comezan cunha visión panorámica da natureza subxacente do que chamamos “sistemas socio-ecolóxicos” (a interrelación das actividades humanas nos ecosistemas), que quedan subliñadas pola incerteza, a sorpresa e por lazos complexos de realimentación (Folke, 2006; Gallopin, 2006). O termo “sistemas socio-ecolóxicos” reconece que os impactos ambientais están causados pola interacción de actividades ecolóxicas, políticas e económicas, e que acceder ás causas radicais da degradación require intervir en todos os puntos neses sistemas. Gunderson e outros (1995) sinalan que incrementar a influencia da actividade humana intensifica este axuste, de maneira que os sistemas naturais e humanos non poden e non deben ser entendidos illadamente. Así, a comprensión da natureza de tales sistemas é crítica para o deseño de solucións. Necesitamos, pois, principios para dirixir a súa xestión e un conxunto de elementos clave dun enfoque precautorio na toma de decisións nos sistemas complexos.

A natureza dos sistemas complexos adaptativos

Levin (1998, 1999) argumentou que os ecosistemas son sistemas complexos adaptativos, que poden ser definidos como “redes integrais con fluxos característicos de materiais, enerxía e información que exhiben regularidade na súa dinámica en períodos longos”. Un elemento central de tales sistemas son as súas interaccións dispersas, a falta de mecanismos de control global, a adaptación continua e a novidade perpetua. Gunderson e outros (1995) indican, ademais, que tales sistemas non teñen un único equilibrio, senón que representan “múltiples obxectivos con futuros múltiples que son incertos e impredecibles”. Isto quere dicir que os cambios non son sempre suaves nin constantes, senón que, debido á integración de múltiples factores (por exemplo, a desaparición dunha especie clave dun ecosistema), o cambio pode ser non lineal, abrupto e chegar sen aviso previo. Como resultado, a sorpresa e a incerteza son elementos inherentes de calquera interacción seres humanos-ecoloxía, e deben ser tidos en conta ao deseñar respostas e sistemas de xestión. Indican así mesmo que os ecosistemas están a cambiar de forma continua e describen isto como un ciclo adaptativo. Dentro dos sistemas socio-ecolóxicos complexos e adaptativos hai ciclos adaptativos múltiples (naturais, económicos) que se superpoñen e interaccionan e que estes autores denominan panarquía (Gunderson e Holling, 2002).

Dentro das diversas descrições dos sistemas adaptativos complexos hai varios aspectos claves interrelacionados que paga a pena indicar e que son críticos para o deseño de solucións.

Vulnerabilidade. A vulnerabilidade é a susceptibilidade dun sistema a sufrir dano ou o grao en que un sistema é susceptible e capaz de responder aos impactos. A vulnerabilidade dun sistema é función de varios parámetros clave, a miúdo independentes entre si: a saúde actual do sistema, a exposición a unha perturbación ou tensión, a sensibilidade (a magnitude da resposta a un elemento de tensión) e a capacidade de resposta (Gallopin, 2006). Por perturbacións enténdense impactos fortes e repentinos, mentres que a tensión é a presión continua, a longo prazo e de efectos negativos, sobre o sistema. Os parámetros clave son aqueles que poden producir que os sistemas sexan vulnerables a algúns impactos e non a outros, do mesmo xeito que a vulnerabilidade pode, e de feito faino, cambiar ao longo do tempo. Máis aínda, a vulnerabilidade pode acontecer en niveis diferentes do sistema, como poden ser tensións nun dos ecosistemas particulares ou tensións económicas, o que é debido aos efectos acumulativos sobre os sistemas dos elementos de tensión.

Levins (2003, 2006) engade outro compoñente da vulnerabilidade, que é a súa variabilidade. Sinala a lei de Schmalausen, que afirma que os organismos ao bordo da súa tolerancia ou en condicións extremas, ou inusuais, das súas necesidades vitais son altamente sensibles aos cambios desas condicións. A variabilidade dun sistema crecerá se as perturbacións se fan máis frecuentes ou máis intensas, en particular se o sistema entrou xa nun estado de vulnerabilidade. Cunha maior variabilidade, os impactos dos sistemas de tensión serán maiores naqueles individuos ou sistemas que teñan a máxima sensibilidade.

Resiliencia. É a capacidade dun sistema para absorber os impactos, a súa robustez. Holling (1973) definiu a resiliencia como “a medida da habilidade destes sistemas para absorber cambios das variables de estado, dos parámetros, e seguir existindo”. É a habilidade para volver ao equilibrio tras unha perturbación. Un termo similar na enxeñaría refírese á velocidade coa cal un sistema volve a un estado estacionario tras unha perturbación. Folke e outros (2002) sinalan que a resiliencia é a habilidade dos sistemas de seguir existindo e innovando en períodos de cambio continuo e de transformarse a configuracións novas e máis desexables. Un sistema con baixa resiliencia pode funcionar de xeito continuo sempre que non haxa perturbacións, pero colapsa tras unha perturbación que o fai cruzar un límite crítico. Folke e outros (2004) identifican catro aspectos claves da resiliencia: 1) a latitude: o máximo valor en que o sistema pode ser cambiado antes de perder a habilidade de retornar ao estado orixinal (habilidade para recobrase); 2) resistencia: canto de doado ou de difícil é cambiar o sistema; 3) precariedade: cómo está de preto o sistema do límite que lle faría difícil volver ao seu estado orixinal; e 4) as relacións inter-escalas: en qué grao é influído o sistema por outros sistemas a outras escalas.

Capacidade adaptativa. É a habilidade de acometer adaptacións como resposta ás perturbacións. A adaptación refírese aos “axustes do comportamento dun sistema e as características que incrementan a súa habilidade para enfrontarse ás tensións externas” (Smit e Wandel, 2006). A adaptación debe ser contrastada cos axustes, que son pequenas respostas que non alteran de xeito fundamental a situación. A capacidade adaptativa é a habilidade dos actores dun sistema de enfrontarse a situacións novidasas sen perder opcións para o futuro nin influír na resiliencia. É o potencial dispoñible para o cambio, que determinará as respostas posibles e o número de opcións dispoñibles para as solucións. Hai dúas partes na capacidade adaptativa: 1) a habilidade para enfrontar os cambios ambientais, e 2) a capacidade para mellorar as condicións. A capacidade adaptativa é diferente da capacidade de resposta, na que a adaptación inclúe un compoñente positivo de cambio, fronte á mera habilidade de “capear o temporal”. O grao de interconectividade entre as variables de control e os procesos influíe na capacidade adaptativa, ou noutras palabras, o grao de flexibilidade ou rixidez no sistema –a súa habilidade para cambiar de traxectoria–. Isto está afectado por numerosos factores interconectados, sociais, económicos e políticos: acceso a recursos financeiros, tecnolóxicos e de información, infraestruturas, influencia institucional e redes sociais. Así, a capacidade adaptativa depende do lugar e do contexto e pode cambiar de forma rápida.

O concepto de transformabilidade está relacionado coa capacidade adaptativa. Aquel é fundamentalmente a capacidade de crear estruturas novas que responden ás tensións nos sistemas socio-ecolóxicos. A transformabilidade representa un cambio positivo de grande escala (Folke et al., 2004).

Os tres conceptos bosquexados arriba están unidos entre si de xeito irrevogable e controlan a habilidade dos ecosistemas, dos sistemas industriais e das axencias dos gobernos para responder a perturbacións a varios niveis, como se sinala na figura 1:

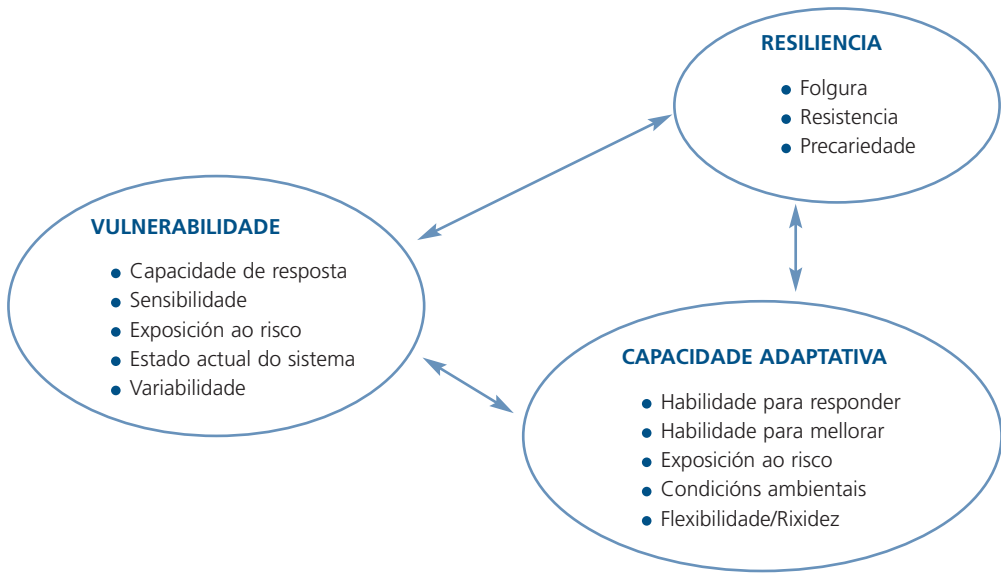


Figura 1. A interrelación entre vulnerabilidade, resiliencia e capacidade adaptativa (adaptado de Gallopin, 2006)

Como se describiu arriba, a vulnerabilidade determina a extensión ata a cal unha perturbación impactará nun sistema. Segundo a resiliencia vai diminuindo, un sistema faise máis vulnerable a impactos cada vez menores, e será cada vez menos capaz de adaptarse a condicións cambiantes. Un sistema máis exposto e sensible será máis vulnerable, mentres que un sistema cunha maior capacidade adaptativa o será menos. Unha resiliencia baixa e unha alta vulnerabilidade pode conducir a cambios abruptos: consideremos como exemplo os impactos do furacán Katrina sobre Nova Orleáns, onde a destrución das zonas húmidas eliminara a capacidade de absorción e a pobreza incrementara a vulnerabilidade e a falta de capacidade para escapar.

Incrementar a resiliencia e reducir a vulnerabilidade son aspectos críticos dun enfoque máis precautorio para afrontar as tensións dos sistemas socio-ecolóxicos. Os científicos e os xestores sociais deben examinar os factores que afectan á vulnerabilidade e diminúen a resiliencia, e deben intentar eliminar estes factores. Deben, tamén, identificar estratexias que incrementan a capacidade adaptativa dos sistemas. Folke e outros (2002) indican que nun sistema resiliente, o cambio (a través dunha capacidade adaptativa incrementada) ten o potencial de crear oportunidades para o desenvolvemento, a innovación e a novidade. Prové unha maior habilidade para cambiar a traxectoria.

Dados estes aspectos clave dos sistemas adaptativos complexos, Levin (1999) bosquexa unha serie de estratexias para afrontar as perturbacións que deberían formar parte de calquera política de goberno ou de xestión:

- 1) Reducir, no posible, a incerteza. Isto inclúe a comprensión do funcionamento dos sistemas socio-ecolóxicos e o deseño de sistemas para reducir as sorpresas (por exemplo, eliminar a dependencia dun único recurso).
- 2) Esperar sorpresas. Isto debería implicar a recolección de forma continua de información detallada sobre os estados presentes, sobre os futuros posibles e as consecuencias esperables de estratexias alternativas, incluíndo a identificación das innovacións recentes e as esperables no

futuro. Apoia ter múltiples estratexias ou opcións tecnolóxicas para incrementar a flexibilidade e a capacidade de adaptarse. Implica tamén o mantemento da humildade ao minimizar algunhas actividades humanas que poderían xerar impactos importantes, e aumentar a resiliencia. Finalmente, a pregunta “¿que pasaría se...?” debería facerse constantemente antes de intervir nos sistemas complexos.

- 3) Manter a heteroxeneidade. Un sistema san é un sistema diverso. A resiliencia é función da diversidade e da capacidade para o cambio adaptativo entre os compoñentes do sistema.
- 4) Manter a modularidade. As estruturas modulares provén maiores oportunidades de capacidade adaptativa e significan un tampón contra as concatenacións de impactos.
- 5) Preservar a redundancia. A heteroxeneidade axuda a manter a redundancia dunha función, unha fonte inmediata de substitución de funcións perdidas. A capacidade de substitución é crítica para a xestión, o que implica ter un rango amplo de opcións dispoñibles.
- 6) Apertar os lazos de realimentación. Os lazos firmes de premio e castigo (positivo e negativo) son necesarios para o cambio adaptativo, ao permitirles aos actores visualizar as implicacións das súas intervencións e responder con maior rapidez. Para isto é crítico outorgar capacidade de acción e incentivos a actores sociais diferentes.
- 7) Crear confianza. A confianza entre os diferentes actores da sociedade é crítica para atopar solucións a unha escala global e para incrementar a verosimilitude de éxito das estratexias de xestión.

Levins (2003) suxire estratexias baseadas na forma en que outras especies afrontan a incerteza e as sorpresas: 1) detección e resposta; 2) predición, comprensión de que é o que pode acontecer; 3) tolerancia ampla, incluíndo a protección dos máis vulnerables; 4) prevención mediante opcións múltiples; e 5) estratexias mixtas que examinan opcións múltiples. Facendo referencia á dialéctica de Marx, Levins e Lewington, estes indican que os sistemas socio-ecolóxicos son máis complexos do que pensamos, as solucións deben mirar ao todo e non simplemente as partes, e os problemas deben atacarse o máis amplamente posible para atopar as súas solucións.

En adición a estas estratexias, afrontar os problemas dos sistemas adaptativos complexos implica enfocarse as solucións na prevención primaria e atacar as causas radicais deses problemas. A prevención primaria implica intervir para identificar os factores dos impactos (e reducir ou eliminar a exposición a elementos de tensión daniños) antes do diagnóstico, e desenvolver medidas designadas para estimular unha saúde xeral óptima. Isto contrasta coa prevención secundaria que se refire a detectar os problemas mediante vixilancia e acabar coa degradación adicional eliminando as condutas ou actividades que a producen. A prevención terciaria é o tratamento do dano xa causado (ver Tickner, 2005).

Non todos os tipos de prevención primaria son, non obstante, equivalentes. É posible previr os impactos que xeran degradación ambiental na súa fonte ou nalgún punto da súa cadea causal antes de que causen dano. Cómo enmarcamos os problemas e o tipo de preguntas que facemos acerca deles é crítico para os tipos de intervencións e solucións que buscamos. Por exemplo, se nos preocupamos pola emisión dun contaminante por parte dunha factoría, poderíamos investigar cal é o risco de cancro para a poboación que o absorbe na auga que bebe (e entón deseñar controis para reducir a exposición a este por debaixo das cantidades estimadas como críticas); ou mellor podíamos preguntarnos por que acontece esa emisión e redeseñar o proceso de fabricación para eliminala (o cal é, polo xeral, perfectamente posible).

Moitas intervencións ecolóxicas e na saúde humana son o que pode denominarse prevención proximal de causas ou prevención próxima primaria. Este tipo de prevención está enfocada a intervir no elo da cadea máis próximo ao impacto. Tende a ser unha acción de curto prazo, orientada, barata e

involucra unha intervención social menos intensiva. Enfocar só as causas próximas resulta polo xeral nunha situación na cal a actividade preventiva serve soamente como unha solución pasaxeira e deixa de afrontar o problema de forma completa ou ataca un problema erróneo.

A prevención das causas radicais (ou prevención primaria distal) céntrase nos elos temperáns da cadea causal, a miúdo afastados moito do impacto último. Céntrase en como unha miríade de factores ambientais, sociais e doutros tipos se acumulan para impactar no ecosistema e a saúde humana. Tende a ser unha acción orientada a longo prazo, require cambios políticos e sociais, pode ser custosa de implementar a curto prazo e con beneficios incertos e que non acontecen ata prazos afastados no futuro. Pero, á fin e ao cabo, para conseguir a sustentabilidade, os xestores deben ser capaces de examinar os problemas con amplitude de miras, identificando oportunidades tanto para a prevención proximal como para atacar as causas radicais dos problemas.

7. Visión e obxectivos a longo prazo –o punto de partida para desenvolver estruturas de goberno

Como se discutiu arriba, a natureza incerta dos sistemas socio-ecolóxicos impide a capacidade de predicir con precisión a longo prazo os estados futuros. Isto é debido, en parte, á falta de comprensión deses sistemas, e en parte a que o futuro está sometido a eleccións humanas que aínda non se realizaron (Raskin et al., 2002). Como consecuencia disto, unha forma crítica de afrontar a incerteza e a sorpresa, mentres que se incrementa ao tempo a resiliencia e a capacidade adaptativa, é elixir certo estado que desexamos para o sistema e poñer en movemento as políticas e o marco científico necesarios para alcanzar e manter o devandito estado. Isto é, facerse unha idea e seleccionar obxectivos. Fixar obxectivos parte da premisa de que en vez de intentar predicir futuros incertos, debemos recoñecer esa incerteza, comezar co obxectivo dun estado que desexamos e traballar cara atrás para desenvolver os obxectivos parciais, a métrica e as estruturas de goberno para chegar a el, un concepto denominado “retrodiñión” (Dreborg, 1996). A retrodiñión definiuse como “traballar cara atrás desde un punto final desexado para o futuro, ou desde unha serie de obxectivos, ata o presente, para determinar a posibilidade física dese futuro e as medidas de política que se requirirían para alcanzalo” (Robinson, 2003: 842).

O establecemento de obxectivos non é nada novo; é, pola contra, consistente coa experiencia humana ao pensar acerca do futuro, e utilizouse durante décadas na saúde humana e na planificación enerxética (Robinson, 2003). Meadows (1996, citado en Constanza, 2000) indica algúns aspectos claves para desenvolver visións do futuro: 1) un foco que a sociedade realmente quere, non no que acabaría aceptando; 2) claridade nas metas e flexibilidade nos camiños para alcanzalas; 3) unha visión compartida de forma que haxa responsabilidade para alcanzalas; 4) aceptación da existencia de barreiras e condicionantes no camiño para alcanzalas; e 5) flexibilidade para poñer ao día e deixar evolucionar a visión dos obxectivos.

Avogados da retrodiñión indican que esta forma de actuación é moito máis aplicable á planificación a longo prazo e á solución de problemas para as cuestións complexas que a versión máis tradicional de predición, que intenta predicir os estados futuros e reaccionar ás tendencias negativas. Os análises indican que mesmo se as tendencias futuras fosen predicibles, o estado futuro pode ser un non desexable.

A retrodiñión é aplicable principalmente nas situacións onde as tendencias dominantes son parte do problema e onde unha elección deliberada (sobre un cambio substancial) é necesaria para romper a orde prevalecente (Dreborg, 1996). A selección de obxectivos combinada coa retrodiñión recoñece

que conseguir a sustentabilidade é unha cuestión de decisión política, mentres que os enfoques reactivos se basean na noción de que algún nivel de dano é inevitable e necesario. É un enfoque que pode non soamente identificar camiños cara aos estados futuros desexables, senón que tamén pode detectar obstáculos que poderían conducir cara a futuros indesexables. O enfoque debe ser combinado con plans de acción e métricas que aseguren o progreso cara aos obxectivos elixidos. Vergragt e Van der Wel (1998) sinalan que “as visións do futuro non son suficientes: a retrodición implica un plan operativo para o presente, deseñado para o movemento cara aos estados futuros que se queren alcanzar. A retrodición non se basea, así, na extrapolación do presente cara ao futuro, senón que, máis ben, implica a extrapolación de futuros desexados ou inevitables cara atrás, cara ao presente. Tal plan debería construírse mediante procesos caracterizados como interactivos e iterativos. Quist e Vergragt (2006) identifican varios pasos nun marco de retrodición: 1) orientación estratéxica do problema; 2) construción de escenarios e visións sustentables do futuro; 3) retrodición, elaboración, análise e definición dunha axenda de actuacións; 4) recoñecemento de resultados e xeración de accións de continuación e implementación.

A retrodición require ferramentas analíticas para xerar escenarios futuros e para medir o progreso cara aos estados futuros desexados. Con respecto a isto, a precisión e a predición son parte importante da retrodición, ao tratar de determinar se os estados que se desexan é verosímil que se consigan, ou se son posibles consecuencias non esperadas. Na literatura discutíronse algunhas ferramentas para implementar os enfoques da retrodición:

As análises de previsión. Estas son xeralmente análises sistemáticas iniciadas polos gobernos sobre o futuro a longo prazo da ciencia, a tecnoloxía e a economía. Foron utilizadas para priorizar a investigación e para dirixir o desenvolvemento da ciencia e a tecnoloxía. A análise de previsión comeza co principio de que o cambio vai acontecer e debe ser acollido activamente. Como resultado, estas análises examinan as adaptacións que deben facerse na axenda de investigación e nos negocios para manterse competitivos fronte a tendencias emerxentes e futuros alternativos. Unha ferramenta similar á análise de previsión é a da avaliación construtiva da tecnoloxía, un proceso proactivo e construtivo para deseñar opcións tecnolóxicas para conseguir obxectivos futuros específicos.

Análises de escenarios. As análises de escenarios son unha ferramenta participativa mediante a cal se examina certa variedade de futuros positivos e alternativos, a longo prazo, mediante historias acerca deses estados futuros. Estes escenarios están baseados na ciencia (estado actual e posibilidades futuras) e na imaxinación acerca de vías alternativas de desenvolvemento. Son secuencias hipotéticas de eventos futuros que se desenvolven para enfocar a atención sobre puntos potenciais de decisión (Rotmans et al., 2000). A meta dos escenarios é proporcionar unha visión sobre o rango do posible e identificar barreiras e oportunidades para conseguir un futuro desexado. Os procesos nos escenarios poden ser cualitativos ou cuantitativos na súa natureza, e estar deseñados por expertos ou incluír procesos intensos de participación pública. O proxecto VISIONS (Visións Integradas para unha Europa Sustentable) foi unha análise de escenario designada para desenvolver alternativas distintas para o desenvolvemento ata o 2020 e o 2050 (Rotmans et al., 2000). Un modelo americano é o Proceso de Transicións Grandes do Instituto Tellus, unha rede de académicos comprometidos avaliando e imaxinando unha “gran transición” cara a un futuro de benestar humano e ecolóxico (Raskin et al., 2002).

Indicadores. Os indicadores son características dun ecosistema ou dun sistema social que, cando se miden, caracterizan a magnitude da tensión, as características do hábitat, o grao de exposición a un elemento de tensión e o grao de resposta ecolóxica a un risco (IJC, 1995). Os indicadores teñen varios propósitos, incluíndo: proporcionarles aos que toman decisións información acerca do estado actual

de saúde dun ecosistema; incrementar a conciencia e a comprensión acerca da degradación ambiental; e, de xeito importante, medir o progreso cara ao establecemento da saúde dun ecosistema. Seguindo os progresos e detectando variables críticas, científicos e xestores, e o público, poden avaliar a eficacia de certas actividades actuais, de programas e políticas e de intervencións destinadas a conseguir un estado particular, e deseñar estratexias acerca de vías para desenvolver e implementar correccións a medio camiño cara aos obxectivos.

Os países da Europa do norte foron líderes en desenvolver procesos de obtención de obxectivos para a saúde dos ecosistemas. Estes procesos movidos pola política provén dun exemplo excelente de como poden os gobernos poñer en marcha políticas que dirixen a sociedade cara a prácticas que son ecoloxicamente sensibles, que promoven a saúde e que son sustentables. En 1997, o Parlamento sueco aprobou un conxunto de Obxectivos de Calidade Ambiental para o milenio. A meta xeral deses obxectivos é “cederlle á próxima xeración unha sociedade na cal os principais problemas ambientais foron resoltos”. Os obxectivos que foron propostos de acordo con expertos científicos e consulta pública están baseados en temas concretos (calidade da auga, bosques, etc.). Inclúen etapas de implementación (cambios nas políticas e nas prácticas, metas intermedias e métricas) para determinar se os obxectivos se alcanzaron e para avaliar o progreso cara a eles. Os gobernos locais e rexionais deben desenvolver os seus propios obxectivos baseados nos nacionais. O Goberno sueco estableceu o Consello de Obxectivos Ambientais, no que están os directores das axencias estatais máis importantes para coordinar este proceso como unha prioridade clave governamental. O Consello emite anualmente avaliacións honestas sobre o progreso cara ás metas e os cambios adicionais que deben realizarse para alcanzalas. Mentres que o Goberno recoñece que a maioría dos obxectivos son inalcanzables nunha única xeración, o proceso permitiu a creatividade ao examinar e implementar certo rango, tanto de políticas opcionais como de iniciativas de investigación e desenvolvemento tecnolóxico, que deben mover a sociedade cara á consecución das metas (ver <http://www.miljomal.nu/english/english.php>).

Metas de calidade ambiental suecas

- Impacto climático reducido
- Un medio ambiente non tóxico
- Un medio ambiente sen radiación
- Augas subterráneas de boa calidade
- Un medio ambiente mariño equilibrado
- Un medio ambiente adecuado na construción
- Acidificación natural
- Unha capa protectora de ozono
- Eutropización cero
- Zonas húmidas activas
- Bosques sustentables
- Aire limpo

Nalgúns países, tales como os Países Baixos, a asignación de obxectivos acontece no ámbito de empresas ou sectores que establecen plans ambientais penta-anuais (incluíndo metas e métricas) e que entran en “acordos” cos reguladores que lles permiten ás empresas deses sectores flexibilidade para alcanzar os obxectivos dos plans, a menos que non consigan facelo, en cuxo caso se impoñen regulacións.

8. Avaliación de alternativas como un paradigma orientado cara ás solucións

Unha ampla maioría da ciencia ambiental utilizada para apoiar as políticas gobernamentais enfocouse cara á comprensión e a caracterización dos problemas ambientais e de saúde pública. Invístense anualmente millóns de dólares na investigación de cuestións que van desde o mecanismo de actuación dun pequeno número de compostos tóxicos e o destino e transporte de substancias no medio ambiente ata os efectos dos contaminantes sobre os recursos ambientais e as tecnoloxías para medir, monitorizar e xestionar eses axentes de polución. Malia que moito deste traballo é importante e valioso, enfócase cara aos problemas en vez de enfocarse cara ás solucións. Explicar os problemas sen un esforzo proporcional para atopar as solucións fai diminuír a eficacia das políticas ambientais. Un esquema precautorio para a protección da saúde ambiental e pública require un marco de políticas orientadas cara ás solucións que busquen identificar, avaliar e implementar alternativas aos materiais e actividades de alto risco. Tales políticas deben ser *holísticas*, integradas e deseñadas para prever os riscos na súa fonte, evitar os traslados de riscos, establecer metas ambientais de longo alcance e estimular a innovación en formas máis seguras e limpas de produción nos produtos e nas actividades (ver Tickner e Geysler, 2004).

Hai varias razóns polas cales o exame de alternativas é unha parte tan crítica das políticas precautorias:

Céntrase nas solucións en vez de facelo nos problemas. O aspecto máis importante da análise de alternativas ou opcións é que reorienta as discusións sobre a protección ambiental desde os problemas cara ás solucións. En vez de examinar os riscos dunha mala opción, a avaliación de alternativas enfócase sobre as oportunidades e posibilidades de elección (O’Brien, 2000). Chama a atención no que unha axencia gobernamental ou o propoñente dunha actividade podería estar a facer, en vez de determinar a “acceptabilidade” dunha actividade potencialmente daniña (Ashford, 2000). Tales discusións consideran qué “servizo” proporciona certa actividade e se ese propósito pode ser servido dunha forma menos daniña e máis eficaz. Por exemplo, os disolventes clorados proporcionan un servizo de desengraxante e como limpador. Unha vez que entendemos cal é este servizo, é posible pensar nun rango de alternativas, tales como limpeza ultrasónica ou limpadores acuosos menos tóxicos, ou mesmo no deseño dunha peza de metal de xeito que deixe de ser necesaria a súa limpeza.

O exame de alternativas permite un rango máis amplo de cuestións e de consideracións acerca das actividades, ata incluír a súa mera necesidade. Permite un rango máis comprensivo de información que as cuestións limitadas sobre causa-efecto, para ser utilizadas nos procesos de toma de decisións, o que á súa vez pode levar cara a decisións máis precautorias, máis preventivas (ver O’Brien, 2000).

Estimulación da innovación e a prevención. A investigación mostrou que as regulacións intensivas e as esixencias de análise de opcións poden estimular a innovación e xerar aforros substanciais de custos tanto nas empresas como na sociedade, por exemplo, en termos de beneficios de saúde (Oficina de Avaliación de Tecnoloxía, 1995; Instituto de Massachussets para a Redución do Uso de Tóxicos, 1997). A avaliación de alternativas chama a atención sobre as alternativas actuais e as que se enxergan no horizonte, e enfoca sobre elas recursos que doutro xeito se poderían utilizar soamente nos

procesos custosos e esixentes de tempo empregados para describir os problemas. Permite a axentes diversos a identificación e o recoñecemento dun rango máis amplo de riscos. Ashford (1999) indica que as estratexias regulatorias que tratan de estimular a innovación en tecnoloxía poden optimizar as metas de saúde ambiental e as económicas. Tales éxitos xeran optimismo e entusiasmo por resolver outros riscos ambientais, tanto nas empresas como nas axencias estatais.

A redución de riscos múltiples. A avaliación de alternativas pode ser un medio máis eficiente a longo prazo para reducir riscos. Os enfoques baseados no problema examinan xeralmente un único problema ou risco de cada vez, e suxiren unha única solución tamén de cada vez. Estas solucións son a miúdo inflexibles (por exemplo, equipos de control de polución) e requiren investimentos sucesivos en tecnoloxía para afrontar cada novo problema e cada estándar novo. Os exercicios de avaliación de alternativas examinan un rango moito máis amplo de factores e opcións.

Por exemplo, un enfoque tradicional baseado nos riscos pode examinar de xeito estreito os riscos dun determinado pesticida agrícola, mentres que un enfoque baseado en opcións podería examinar a dispoñibilidade de pesticidas máis seguros ou as alternativas a estes (agricultura orgánica), ou alternativas estruturais tales como granxas máis pequenas que poderían eliminar a dependencia deses pesticidas. Nunha empresa particular, unha avaliación de alternativas podería examinar opcións tecnolóxicas que beneficiarían tanto ao traballador como á saúde ambiental, ou maneiras de reducir simultaneamente o uso de auga, enerxía e substancias tóxicas.

Maior participación de público e redistribución de cargas. O exame de alternativas pode cambiar fundamentalmente as cargas sobre o público e sobre aqueles que toman as decisións. O público pode ver os riscos como innecesarios cando hai alternativas máis seguras, e os políticos estarán máis desexosos de tomar decisións (O'Brien, 2000). En vez de encontrarse paralizados, como acontece con frecuencia nas axencias gobernamentais, ao ter que defender cada decisión mediante estimacións cuantitativas detalladas, os políticos poderían utilizar a avaliación de alternativas tanto para defenderse a si mesmos en contra de desafíos xudiciais e dos partidos regulados como para conseguir apoio público para as solucións sensíbeis.

Non obstante, a avaliación de alternativas non eliminará a necesidade de avaliar os riscos (posto que sempre necesitaremos comparar opcións e ás veces definir exposicións permisibles a estes), pero isto pode facerse incorporando unha visión máis ampla da ciencia da sustentabilidade, que considera efectos acumulativos e interactivos, é máis explícita acerca das incertezas e incorpora un enfoque interdisciplinario (ver Kriebel et al., 2001). Máis aínda, a posibilidade das alternativas, tanto económica como técnica, será sempre unha cuestión que hai que ter en conta. Unha alternativa que non é técnica ou economicamente viable non pode ser unha alternativa razoable, aínda que estas posibilidades cambian ao longo do tempo.

A avaliación de alternativas non é un concepto novo. Está na base das afirmacións sobre os impactos ambientais, por exemplo, nos cales os científicos avalían os impactos de varias opcións á hora da implementación dun proxecto particular, poñamos por caso recolectar un bosque. O que é novo, non obstante, é o desenvolvemento de instrucións para aplicar a avaliación de alternativas. O Centro Lowell para a produción sustentable desenvolveu un marco para a avaliación de alternativas que intenta sinalar os pasos mínimos necesarios para unha avaliación a fondo de alternativas (LCSP, 2006). O marco do Centro Lowell para a avaliación de alternativas (ver figura 2) presenta un esquema de fluxo para esa avaliación. O seu obxectivo é a creación de marcos de tipo de libre acceso para a avaliación relativamente rápida de alternativas máis seguras e socialmente máis xustas. "Acceso libre" significa un desenvolvemento colaborativo, compartir un conxunto crecente de métodos, ferra-

mentas e bases de datos que facilitan a toma de decisións. “Avaliación relativamente rápida” quere dicir que o proceso produce decisións robustas baseadas na mellor ciencia dispoñible, ao mesmo tempo que evita a parálise xerada polas análises. Os compoñentes do marco son os seguintes:

Fundamentos, onde os valores se fan explícitos ao articular de xeito claro os principios, as metas e as regras que guían as decisións feitas durante a avaliación de alternativas.

Procesos de avaliación. Os métodos, ferramentas e criterios utilizados para avaliar cales produtos químicos, que materiais, produtos e actividades son máis seguros e preferibles socialmente.

- O proceso de avaliación comparativa, que compara actividades existentes.
- O proceso de avaliación en deseño, cando se diseña unha actividade nova.

Os módulos de avaliación, que avalían a posibilidade económica, a *performance* técnica, a saúde humana e os impactos ambientais, os impactos de xustiza social das alternativas.

Mentres que o marco do Centro Lowell se desenvolveu primariamente para a avaliación de alternativas que concirnen a produtos químicos, materiais e outros produtos, os seus pasos poden adaptarse ao resto das actividades humanas.

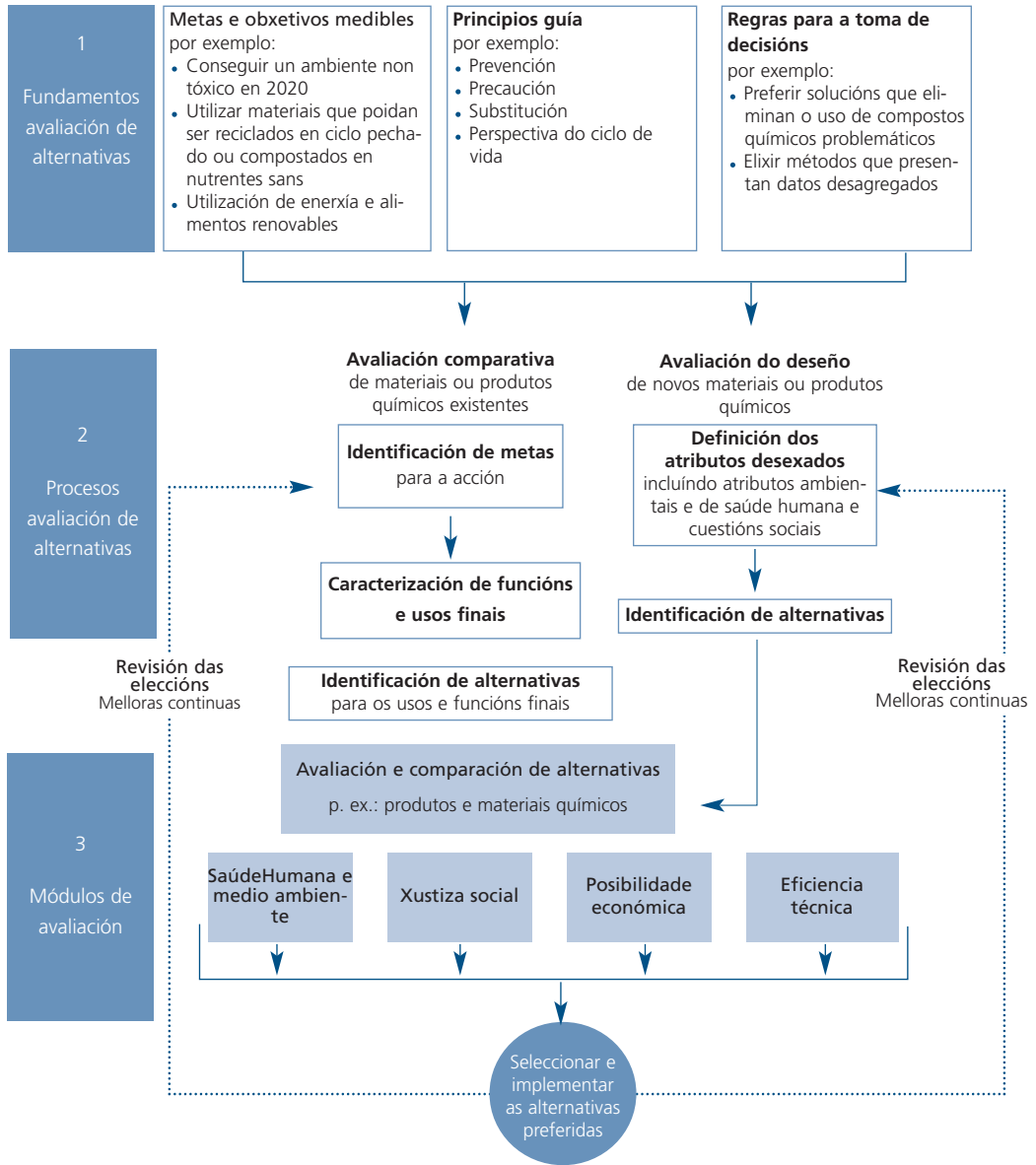


Figura 2. O plan de traballo do Centro Lowell

9. Da xestión adaptativa aos sistemas industriais adaptativos

O concepto de xestión adaptativa aplicouse tradicionalmente ás actividades de protección de recursos naturais. Non obstante, os sistemas industriais, con numerosos fluxos de materiais (cadeas de demanda, cadeas de oferta), entradas (enerxía, produtos químicos, materiais) e saídas (emisións, residuos, produtos), son tamén sistemas complexos adaptativos por dereito propio, e impactan sobre os sistemas ecolóxicos, como demostran numerosos exemplos (extincións de mamíferos debido á polución por produtos químicos persistentes, por citar un deles). Ao mesmo tempo, os sistemas industriais non exhiben a resiliencia nin a capacidade adaptativa dos sistemas ecolóxicos. A toxicidade inherente dos materiais que tales industrias utilizan fainas vulnerables ao aumento de coñecementos sobre os seus efectos, e porén, a sociedade chega a estar enganchada a certas tecnoloxías (por exemplo, os produtos petroquímicos) ou substancias (por exemplo, o asbesto) de forma que resulta moi difícil cambiar a traxectoria e implementar alternativas cando xorden os problemas. En termos ecolóxicos, convertémonos en proceso-dependentes, pegados a un material ou proceso particular. Como resultado, algunhas industrias, como a do asbesto ou as petroleiras, pelexan contra a preocupación acerca do seu produto mentres poden, e cando finalmente caen, crean un mar de sufrimento tanto ás persoas que foron envelenadas como a aqueles cuxos traballos dependen desas industrias. Finalmente, moitos ciclos de materiais están tan entrelazados, como o cloro e o hidróxido sódico, que cambios fundamentais son case imposibles.

¿Como sería se designásemos os sistemas industriais para que fosen adaptativos e simulasen os sistemas naturais, como se tanto a ecoloxía como a precaución importasen? Esta forma de pensar non é nova. Xa tan pronto como en 1971, Barry Commoner sinalou a incompatibilidade das actividades industriais cos ciclos ecolóxicos e propuxo unir ambos os dous, é dicir, que os modelos humanos de produción simulasen os sistemas naturais. Máis recentemente, o concepto de “simulación do biolóxico, biomimetización” (Benyus, 2002), baséase en deseñar materiais que simulen os naturais, que utilicen poucos elementos (simples como na natureza), non tóxicos e biodegradables, tal como a seda ou a cuncha de abalone. ¿Como podería integrarse unha resiliencia incrementada e unha capacidade adaptativa nun proceso industrial?

Hai unhas ideas básicas clave para guiarnos cara a un enfoque máis adaptativo nos procesos industriais (Lee, 1994):

- Enfocar na redución de vulnerabilidade e incrementar a capacidade adaptativa e a resiliencia. Isto significa desenvolver sistemas flexibles que poidan adaptarse ás condicións cambiantes e á expansión do coñecemento.
- Comprender como funciona un sistema industrial e as interrelacións a varias escalas. Isto significa entender como os sistemas senten o impacto dalgunha tecnoloxía particular ou dalgunha actividade, a través do seu ciclo de vida, a extracción de materias primas, a produción o uso e o seu destino final.
- Xestión como un experimento. Isto quere dicir deseñar os sistemas de forma que poidan actualizar os coñecementos e actuar en reacción a avisos temperáns, ser innovadores para liderar cambios.
- Un deseño incremental fronte a un deseño “heroico”. Isto quere dicir non pasar de golpe ás novas tecnoloxías sen entendelas en primeiro lugar.
- Unificar os obxectivos ecolóxicos e económicos. Isto quere dicir desenvolver procesos e produtos que non soamente protexen o ecosistema e a saúde humana e o benestar, senón que poden conducir a un desenvolvemento económico.

O concepto dunha produción limpa pode servir de guía acerca de como pensar sobre sistemas industriais máis adaptativos. Unha produción máis limpa implica cambios nos sistemas de produción e nos produtos para reducir a polución na orixe (no proceso de produción ou na etapa de desenvolvemento do produto). Isto inclúe reducir as entradas de materias primas, de enerxía e de recursos naturais (desmaterialización), así como reducir a cantidade e perigosidade das substancias tóxicas utilizadas (detoxificación) nos sistemas de produción e nos propios produtos. Un aspecto central da produción limpa é comprender cal é o “servizo” que proporciona un sistema de produción, un produto ou unha actividade (as alfombras proporcionan unha cuberta para o chan, os coches proporcionan transporte) e buscar alternativas máis seguras para proporcionar o mesmo servizo (por exemplo, os clorofluorocarbonos proporcionaban substancias frigoríficas perigosas para a capa de ozono; atoparon alternativas que realizan o mesmo servizo pero que non a danan).

A produción limpa concéntrase en prever os impactos ao longo de todo o “ciclo de vida” dun produto, dun servizo ou de calquera outra actividade, o que significa considerar as oportunidades para reducir os impactos desde a extracción das materias primas ao uso dun produto ou servizo (incluíndo os procesos subsidiarios tales como o transporte e empaquetado) ata o seu destino final (ver Jackson, 1993). Os impactos sobre o medio ambiente e sobre a saúde poden ocorrer ao longo de todo o ciclo de vida, como se ve na figura 3.

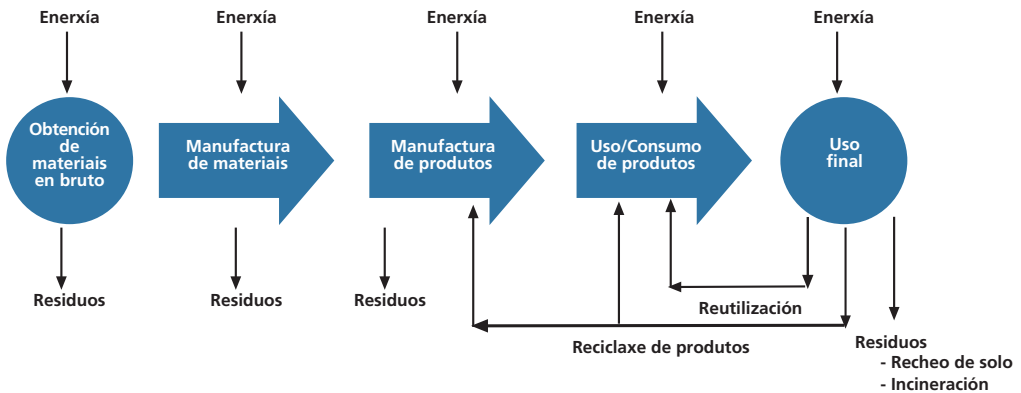


Figura 3. O ciclo de vida do produto

Con frecuencia, os impactos máis importantes no ciclo de vida dun produto ou actividade acontecen ao principio dese ciclo de vida (por exemplo, na extracción na mina) e ao final (incineración). No esquema de produción limpa considérase unha visión cíclica, identificando oportunidades para prever a exposición aos riscos e aos impactos ambientais en todas as etapas da vida do produto ou da actividade (figura 4).

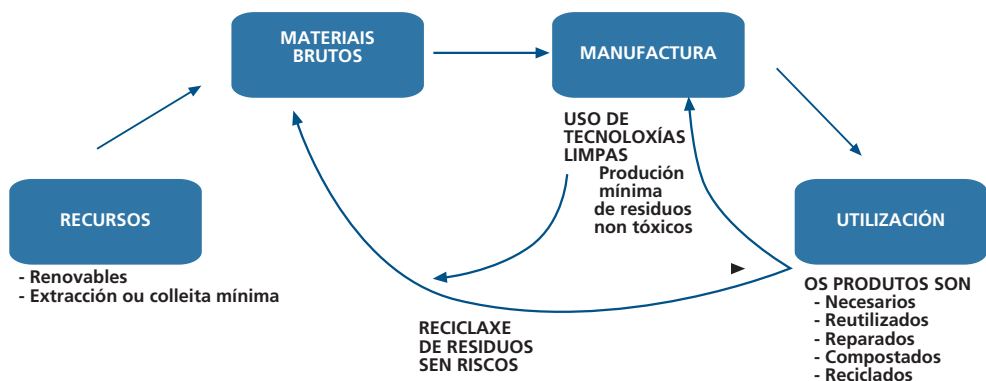


Figura 4. A produción limpa está baseada nunha visión circular da economía

Hai tres aspectos críticos do enfoque prevención da polución/produción limpa: 1) contabilidade de materiais, comprender as razóns para o uso de materias potencialmente perigosos nun proceso de produción ou nun produto, e comprender como flúen os materiais ao longo do ciclo de vida do produto ou do proceso de produción; e 2) planificar, identificar e examinar un rango amplo de alternativas (tanto as existentes como as que aparecen no horizonte) que puidesen reducir substancialmente os impactos da actividade. O terceiro aspecto importante é enfocar cara a un consumo sustentable. Os procesos e os produtos poden chegar ata un determinado grao de eficiencia, e se se utilizan grandes cantidades dun produto “verde” pódese chegar aos mesmos impactos que co resto de produtos. Así, a produción limpa fíxase tamén na necesidade real dalgúns produtos particulares e na noción de consumir menos para satisfacer as necesidades humanas.

As metas dunha produción máis limpa pódense conseguir a través de certo número de enfoques e técnicas subsidiarios. Aínda que poden parecer imposibles de implementar, todas esas técnicas foron empregadas con éxito. Algunhas inclúen (Thorp, 1999):

Ecología industrial. A ecología implica a utilización de residuos (materiais e enerxía) derivados dun proceso industrial como entradas para outro (residuos como alimento ou redes industriais de alimentos), a forma máis utilizada na natureza para compartir materiais (ver Erkman, 1997, e Chertow, 2000). Comeza coa noción dun sistema industrial como un ecosistema cunha circulación comprensible de materiais e enerxía. Deste xeito, un parque industrial pode converterse nun sistema de ciclo pechado, sen xeración de residuos e compartindo os materiais entre os fabricantes da área. Isto leva a unha redución de recursos e cooperación entre as empresas que incrementa a viabilidade de cada unha delas. Un exemplo de éxito dun modelo de ecología industrial é o parque industrial de Kalundborg, en Dinamarca (figura 5), no que as compañías comparten materiais e foron capaces de reducir nunha gran medida os residuos e emisións xerados.

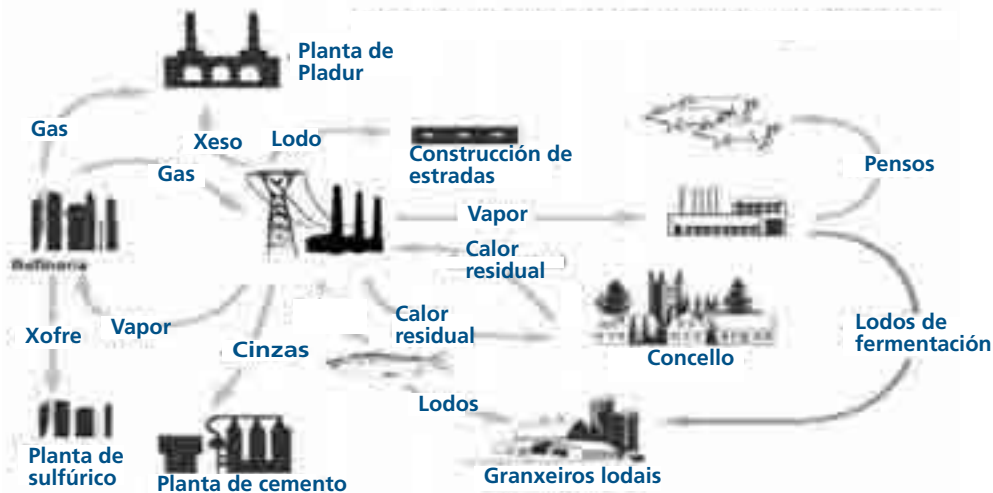


Figura 5. Ecosistema industrial en Kalundborg, Dinamarca

Baseándose na idea da ecoloxía industrial, a noción da produción do berce ao berce enfócase en como deseñar materiais e produtos de forma que se convertan en “nutrientes” para produtos e materiais novos ao final do seu ciclo de vida (McDonough e Braungardt, 2002). Para converterse en nutrientes, os materiais utilizados nos produtos deben de ser non tóxicos, biodegradables e reutilizables. É así como se consegue implementar a visión de ciclos pechados dunha produción máis limpa.

Responsabilidade estendida do produtor (EPR). A EPR implica exixirles aos produtores que asuman a responsabilidade da protección ambiental dos seus produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida, incluíndo recollelos cando rematen a súa utilidade. Como moitos produtos, que a miúdo conteñen materiais perigosos (como os teléfonos móbiles ou as pantallas de ordenadores, que conteñen ata quilo e medio de chumbo), se converten pronto en residuos, orixinando altos custos de destrución para os municipios e problemas de saúde ás comunidades, a EPR proporciona un incentivo para facer produtos de maior duración, reutilizables, reciclables e que minimizan o uso de materiais tóxicos (posto que os que fabricaron o produto serán responsables de xestionar eses residuos ao final do seu ciclo de vida).

O produto como servizo. Stahel (ver Jackson, 1993) propuxo a idea dunha economía do produto baseada no “servizo”. O concepto subxacente é o de substituír os materiais por servizos. A xente non necesita realmente un produto particular, por exemplo, unha lavadora, senón o servizo que produce: roupas limpas. Como resultado, o servizo convértese no produto e así é máis doado adaptalo a unha información e coñecemento cambiantes. Por exemplo, Xerox xa non vende fotocopiadoras, senón que aluga “servizos de documentación”. Ao facelo así, as copiadoras Xerox están feitas para desarmarse e poder reciclar os seus compoñentes, de forma que unha copiadora Xerox pode ter ata un 50% de partes recicladas no seu interior. Xerox é capaz de ofrecer novos servizos que se adaptan ás necesidades cambiantes das empresas. Outra idea é a do alugueiro estendido (*leasing*) de coches. En moitas cidades, onde os coches son caros, a xente pode utilizar coches a través de servizos de *leasing*. Deste xeito poden acceder a tipos diferentes de coches segundo as súas distintas necesidades momentáneas, por exemplo, transportar materiais ou realizar unha viaxe longa. Desta forma, se apa-

rece a información de que certo tipo de coche é perigoso para a saúde, a compañía que os posúe pode realizar os cambios pertinentes.

Unha variación disto é a noción de produción modular. A empresa de camións Sisu, en Finlandia, vende un módulo de camiión ao cal se lle poden engadir ou quitar outros módulos para axustarse ás necesidades de cada transporte particular (Karasek, 1999). Isto permítelles aos compradores axustar as súas compras ás súas necesidades.

Química verde. A química verde é a produción de produtos químicos que reduce ou elimina a xeración de substancias perigosas no seu deseño, manufactura e aplicación (Anastas e Warner, 1998). Un subconxunto da química verde é o desenvolvemento de materiais baseados na bioloxía, feitos a partir de plantas ou outros materiais orgánicos e mediante un deseño sustentable. Un exemplo disto son os envoltorios e produtos para tirar biodegradables. Un pregúntase por que introducir un empaquetado de polistireno que dura miles de anos cando o seu uso é duns minutos.

Un exemplo de como un enfoque positivo da produción pode aumentar a resiliencia é o do distrito industrial de Prato, en Italia. Este distrito consistía nun número amplo de pequenas empresas familiares especializadas en téxtiles que non querían crecer en tamaño. Os oitenta trouxeron un cambio na produción de téxtiles cara a zonas con salarios máis baixos, e non obstante a rexión sobreviviu. Sobreviviu por certo número de razóns: a especialización flexible entre as empresas, a competición cooperativa e a aprendizaxe común das empresas do distrito; a flexibilidade para adaptarse ás novas demandas de mercados e produtos (variabilidade en habilidades, e un cambio desde a flexibilidade nos prezos á flexibilidade nos resultados da produción); a desintegración dos fluxos de produción encistados pero incremento das capacidades/habilidades; e desenvolvemento de novos servizos para responder a novas demandas (ver Manuelli, 2002, e Fioretti, 2001).

10. Gobernabilidade adaptativa como punto crítico para implementar un enfoque novo orientado cara ás solucións

O tratamento dos riscos para a saúde ambiental nos sistemas complexos adaptativos requirirá novas estruturas para a toma de decisións que deben incorporar o concepto de “governabilidade adaptativa”. Folke e outros (2005: 444) definen este concepto como a “governabilidade que ten a capacidade para reorganizar o sistema [ecolóxico-social] en novos estados en resposta a condicións cambiantes e eventos perturbadores”. Tal gobernabilidade ten tanto a habilidade de adaptarse ao cambio como de modificalo, para incrementar a resiliencia dos sistemas ecolóxicos e humanos. Un aspecto clave da gobernabilidade adaptativa é a ruptura da rixidez dos marcos institucionais “para desenvolver e implementar unha comprensión integrada, políticas e accións entre científicos, grupos de interese económicos e públicos, e cidadáns, de forma que se desenvolva un mercado autocorrectivo para o coñecemento e a acción” (Gunderson e Holling, 2002: 417). A ruptura da rixidez mencionada crea condicións nas cales a incerteza e o cambio se ven máis como desafíos e oportunidades que como ameazas.

A habilidade para adaptarse e innovar fronte á complexidade e a incerteza require que as estruturas de goberno superen tres barreiras clave: comprensión, desexo e capacidade (Ashford, 1999; Gunderson e Holling, 2002). A comprensión implica ter unha imaxe completa e evolutiva da dinámica do ecosistema, dos impactos sobre el e das solucións. O desexo implica as ganas de aplicar, a visión de cal sería o resultado, as leis, políticas e métricas para realizar o cambio. A capacidade implica asegurar a dispoñibilidade de recursos humanos, financeiros, de educación e de saber técnico para implementar o cambio. Unha parte importante da capacidade é a educación para ampliar a forma en

que os individuos consideran os problemas ambientais, e a creación dun grupo base de individuos que poden motivar a aqueles que toman as decisións que se queren cambiar.

Folke e outros (2002; 2005) sinalan varios aspectos críticos da gobernabilidade adaptativa:

1) Unha habilidade para construír coñecemento acerca dos sistemas ecolóxico-sociais. Isto inclúe a mobilización da información desde e cara a todos os niveis da sociedade, e o establecemento da capacidade para monitorizar e trasladar a información de maneira que apoie a toma de decisións. Isto implica o desenvolvemento de sistemas que interpreten e respondan aos sinais do ecosistema, incluíndo indicadores de cambio gradual e sinais de aviso temperán.

2) Unha habilidade para pasar a información ecolóxica ás accións de xestión adaptativa. Tal xestión debe concentrarse en manter a resiliencia dos sistemas ecolóxico-sociais. Debe incluír a valoración, o control e a reavaliación continua para permitir o cambio da liña de actuación segundo cambian as condicións. Deste xeito, a aprendizaxe crea asemade a comprensión e as oportunidades. A habilidade para a aprendizaxe continua require que as prácticas do goberno inclúan esa aprendizaxe como parte integral dos procesos de toma de decisións. Isto implica a inclusión de conseguir e escoitar expertos en adaptatividade e a habilidade dos científicos e os xestores de interpretar os patróns de evidencia, de examinar non só as partes do sistema, senón o mesmo sistema como un todo.

3) A presenza de institucións abertas e flexibles, e de prácticas de goberno de múltiples niveis. Ao tratar con ameazas ambientais complexas, as institucións non deben de verse a si mesmas como autoridades que ditan regras e enuncian normas de conduta. Polo contrario, deben entenderse a si mesmas como aquelas que facilitan os esforzos colaborativos para resolver problemas complexos. Tales institucións deben ser capaces de adaptar os seus enfoques e as súas intervencións ao coñecemento cambiante dos problemas e das solucións, e a experimentar con estruturas novas de toma de decisións. A gobernabilidade a múltiples niveis implica a noción de co-xestión, na que hai enlaces múltiples institucionais e a nivel de organizacións entre os gobernos, as industrias e as organizacións non gobernamentais para a toma de decisións. Isto axuda a asegurar unha redundancia e unha multiplicidade de coñecemento e institucións, do mesmo xeito que unha atención efectiva ás interaccións entre problemas a diferentes escalas, que axuda á xeración de respostas rápidas ante estes.

4) Unha habilidade para aprender a vivir con perturbacións, incerteza e sorpresa. A sorpresa é unha parte inevitable dos sistemas socio-ecolóxicos, e é crítico que os sistemas de gobernabilidade o acepten e desenvolvan esquemas para responder a esta cuestión. Isto significa non só instituír estratexias para prepararse para as sorpresas e impactos (un enfoque de tipo aseguradora), senón tamén promover condicións para asegurar a restauración, o redesenvolvemento e a innovación.

Un aspecto importante da gobernabilidade adaptativa é o desenvolvemento de novas ferramentas e estruturas de toma de decisións que poidan incorporar novos coñecementos e respostas rápidas aos problemas, apoiar o desenvolvemento de alternativas e implicar un rango amplo de persoas con responsabilidade nos procesos de toma de decisións. A xestión adaptativa é un tal marco, como se describiu máis arriba. Foron desenvolvidos varios marcos de toma de decisións para aplicar a precaución á toma de decisións nos gobernos (EU, 2000), na protección da biodiversidade (IUCN, 2005) e na toma de decisións nos campos dos ecosistemas e a saúde (Myers e Raffensperger, 2006).

Tickner (2000) describiu a avaliación precautoria como un de tales modelos de toma de decisións. A avaliación precautoria proporciona unha guía para implementar o espírito do principio de precaución;

é un marco para mellorar a toma de decisións en condicións de incerteza. O seu enfoque heurístico non é un esquema estático e de fórmulas, senón que máis ben presenta unha serie de consideracións que deberían conducir a unha toma de decisións correcta baixo a incerteza. Permite a aprendizaxe baseada no coñecemento acumulado, a experiencia e a comprensión, a flexibilidade para adaptar as decisións á natureza específica do problema (comunidades afectadas, natureza e tipo de evidencia).

Na avaliación precautoria, as accións que se toman son función non só do coñecemento acumulado dos riscos (a magnitude dos riscos), senón tamén da dispoñibilidade das opcións de prevención (solucións) e a vulnerabilidade inherente e a incerteza do sistema. Unha situación na que un sistema é xa vulnerable ou onde hai impactos potenciais pero moi incertos (potencia para sorpresas) en escalas espaciais e temporais moi diferentes debería ditar precaución intensa. As solucións dispoñibles tamén ditan accións temperás mesmo se os riscos aparecen relativamente insignificantes.

As cuestións que se formulan nunha avaliación precautoria son as seguintes:

I) Revisión do alcance do problema (definir o problema sen demasiada resolución, para examinar as causas próximas e profundas dos impactos).

- ¿Cal é o risco ambiental que debe de ser analizado e por que é importante?
- ¿Cal é o rango total dos impactos plausibles e deben considerarse tamén os impactos indirectos?
- ¿Cales son as poboacións afectadas e algunha delas será afectada de xeito desproporcionado?
- ¿Cales son as necesidades de investigación e información para caracterizar o risco?
- ¿Quen é o responsable do estudo do risco, de proporcionar información ou de tomar as accións preventivas necesarias?
- ¿Quen debería quedar involucrado no proceso de toma de decisións e en que puntos durante o proceso?

II) Análise de impacto sobre o medio ambiente e a saúde (examinando os impactos potenciais dunha forma interdisciplinaria, desagregando tanto a exposición aos riscos como as avaliacións de risco).

- ¿Como de severos son os impactos potenciais derivados da actividade?
- ¿Cal é a natureza e intensidade da exposición, quen está exposto, e hai exposicións desproporcionadas?
- ¿Como de forte é a evidencia de impactos existentes e potenciais derivados da actividade?
- ¿Cales son os tipos e significación das incertezas? ¿Poden estas reducirse mediante estudos adicionais?
- ¿Cal é a magnitude e severidade dos impactos potenciais, incluíndo as súas escalas espaciais e temporais, poboacións susceptibles de dano, reversibilidade, efectos acumulativos e conectividade a outros riscos?

III) Avaliación de alternativas (examinando un rango amplo de alternativas á actividade).

- ¿Existen opcións tecnolóxicas ou políticas de actuación dispoñibles que reducirían ou eliminarían, se se aplicasen, os impactos da actividade?
- ¿É necesaria a actividade?
- ¿Cal é o propósito do axente?
- As opcións alternativas, ¿presentan riscos adicionais ou consecuencias non esperadas que deberían ser tidas en conta e avaliadas na súa implementación?
- ¿Cales son os pros e contras das distintas opcións?

IV) Implementando accións preventivas e precautorias (determinando a vía de acción máis apropiada).

- ¿Que outras consideracións deben incluírse na decisión: custo, efectividade, opción menos con menor carga, realizabilidade técnica, cultural, política, a súa adaptabilidade?
- ¿Que tipo de intervencións se necesitan para asegurar a adopción dos cambios precautorios, tales como asistencia técnica, información, apoio tecnolóxico?
- ¿Pode reducirse a incerteza en escalas de tempo prácticas e sen custo excesivo?
- ¿Pode asegurarse a cooperación completa do propoñente para monitorizar, revisar e implementar as accións?
- ¿Cales son os tipos apropiados de monitorización, vixilancia e realimentación que deben ser instituídos para asegurar avisos temperáns de consecuencias inesperadas e reducións continuas dos impactos ambientais?

As devanditas cuestións inherentes ao concepto de gobernabilidade adaptativa son novas ideas para integrar os valores públicos e as experiencias nos procesos de toma de decisións baixo a incerteza e o desenvolvemento de novas formas científicas para integrar os coñecementos existentes en fontes múltiples.

11. O papel da participación democrática

Os procesos de toma de decisións ecolóxicos estiveron dominados tipicamente por análises científicas e xuízos de valor conducidos por “expertos”, minimizando a énfase nos intereses dos afectados e noutras formas de coñecemento. O valor da ciencia en tales decisións sobreestímase con frecuencia (Stern e Fineberg, 1996). Fiorino sinala que as vías estándar de tratamento do risco foron tecnocráticas e non democráticas (Fiorino, 1990). Non obstante, as decisións, mesmo as dunha entidade privada, convértense en públicas no momento en que poden impactar sobre a saúde dun ecosistema, a saúde humana ou os valores comúns. Funtowicz e Ravetz (1992) argumentan que cando a incerteza é elevada, os valores están en disputa e os impactos potenciais dunha actividade (os apostas da decisión) son grandes, existe a necesidade de que as “comunidades estendidas dos iguais” informen o proceso de toma de decisións. Estas comunidades poden achegar información adicional e novas perspectivas ao mencionado proceso de toma de decisións, información e perspectivas ás que os “expertos” poden, quizais, non ter acceso. Cando a “incerteza está preto da ignorancia”, cando as alternativas metodolóxicas están abertas á crítica, cando o coñecemento científico é condicional e cando os problemas das políticas están incrustados en cuestións éticas, as decisións ambientais complexas non poden ser resoltas soamente pola ciencia ou os expertos (Fixdal, 1997). Fiorino (1990) identifica algunhas razóns importantes para os procesos democráticos de toma de decisións: os non-expertos ven problemas, cuestións e solucións que os expertos poden descoñecer; os xuízos dos leigos reflicten unha sensibilidade polos valores sociais e políticos que os modelos dos expertos non recoñecen; e o público leigo pode ter mellor capacidade que os expertos para “institucionalizar o remordemento”, acomodar a incerteza e corrixir erros.

Así, a participación cidadá nas decisións ambientais complexas pode aumentar a base de coñecemento e as consideracións baixo as cales toman as decisións, incrementando a habilidade das axencias do goberno para identificar os avisos temperáns dos riscos, para explorar alternativas máis seguras e, por último, para actuar con información incerta. Amplía os tipos das preguntas que se poden facer acerca dos problemas, permitindo unha exploración máis en profundidade dos riscos complexos. Axuda a asegurar que se fan as preguntas correctas acerca dos problemas e que o rango e natureza das análises son os axeitados para o seu enfoque (Stern e Fineberg, 1996). Incorpora as observacións, valores e o sentido común dunha gama ampla de expertos leigos ás decisións que non poden facerse só pola ciencia. A participación cidadá amplía tamén o rango das alternativas científicas e tecnolóxicas no proceso de toma de decisións, ao identificar oportunidades de alternativas que os xestores puidesen non ter en conta nos seus intentos de cuantificar o risco. Finalmente, ao incorporar un rango amplo de coñecemento e valores na toma de decisións (incluíndo a aversión ao risco), a participación ampla pode de mellor xeito afrontar a incerteza e a ignorancia inherente na ciencia complexa e nas decisións tecnolóxicas, levando a unhas máis robustas e máis protectoras da saúde e do medio ambiente.

Os procesos democráticos poden tamén incrementar a lexitimidade das decisións e a responsabilidade de previr o dano dos xestores (públicos e privados). Os medios efectivos de participación e a avaliación das ideas dos cidadáns leigos poden dar o poder a aqueles afectados por riscos ambientais para perseverar e poñer as accións necesarias en marcha. A involucración do público nas primeiras etapas do proceso de toma de decisións, incluíndo a formulación do problema, pode incrementar a verosimilitude de que as decisións serán consideradas lexitimas e reducirán o potencial de rexeitamen-

to que podería comprometer as accións precautorias. Pode cambiar a imaxe do público, de xente que di “non” de forma reactiva, participantes proactivos nas decisións que afectan ás súas vidas. Mentres que a participación efectiva pode custar máis a curto prazo, pode levar a decisións máis eficientes e apropiadas a longo prazo (Stern e Fineberg, 1996). O escrutinio público asegura tamén que as decisións complexas que afectan á saúde pública e ao medio ambiente son “públicas”, e que aqueles que toman as decisións son responsables dos seus impactos. A formulación ampla dos problemas e o *input* de información sobre riscos e alternativas polos cidadáns pode aumentar a capacidade para transferirilles as cargas aos propoñentes de actividades perigosas (p. ex., ao identificar opcións para a prevención que o propoñente ten que demostrar que non son viables).

O obxectivo da participación democrática pode ser descrito como incrementar “o potencial para os cidadáns afectados de chegar a formar parte do proceso de toma de decisións, en vez de ser as vítimas de decisións tomadas por axencias ou institucións anónimas” (Renn et al., 1995: 1). Hai varios criterios para avaliar os mecanismos democráticos de participación (Fiorino, 1990):

- Oportunidades para a participación de individuos ou grupos nas decisións na mesma base que os expertos, funcionarios e outras persoas involucradas, permitíndolles aos cidadáns ou aos seus representantes a definición das cuestións que se van tratar, cuestionar os expertos e modificar a axenda.
- Oportunidades para a aprendizaxe e a mellora da comprensión dos temas que se van tratar.
- Dispoñibilidade e igualdade dos recursos para a participación.
- Acceso aos xestores.
- Capacidade para influenciar funcionarios e as súas políticas.

12. O papel da “ciencia da sustentabilidade”

Un cambio cara a políticas máis precautorias crea oportunidades e desafíos para os científicos á hora de pensar de xeito diferente acerca da forma en que desenvolven os seus estudos e comunican os seus resultados. A declaración Lowll de 2001 sobre ciencia e o principio de precaución, elaborada por 85 científicos de 17 países, indica os cambios na ciencia e na política científica que permitirían enfocar de xeito máis correcto os riscos incertos e complexos, e inclúe (Tickner, 2003):

- Unha unión máis eficaz entre a investigación sobre riscos e unha investigación estendida sobre a prevención primaria, opcións tecnolóxicas máis seguras e recuperación.
- Un uso incrementado de enfoques interdisciplinarios á ciencia e ás políticas, incluíndo unha mellor integración de datos cualitativos e cuantitativos.
- Métodos innovadores de investigación para analizar: 1) os efectos acumulativos e interactivos dos diversos riscos a que están sometidos os ecosistemas e os cidadáns; 2) impactos sobre as poboacións e os sistemas; e 3) impactos dos riscos sobre sub-poboacións vulnerables e sobre comunidades afectadas de xeito desproporcionado.
- Sistemas de control e vixilancia continuos para evitar consecuencias inesperadas das accións e identificar avisos temperáns dos riscos.
- Técnicas máis comprensivas para analizar e comunicar os riscos potenciais e as incertezas (o que se sabe, o que non se sabe e o que pode ser sabido).

Nas políticas ambientais e da saúde existe un debate amplo acerca do que se deu en denominar “ciencia sa”, un termo que se usa con frecuencia para representar métodos estándar da avaliación

cuantitativa dos riscos. Tales métodos poden non ser os métodos científicos máis apropiados para os riscos incertos, porque o tipo de evidencia revisada é demasiado rixida e non considera que metodoloxías alternativas poden cambiar o propio concepto de risco aceptable (Tickner, 2000). Unha aproximación máis precautoria debería ser informada pola “ciencia da sustentabilidade”, que pode entenderse como o marco de traballo para elixir métodos e ferramentas que se axustan á natureza e complexidade do problema (Kriebel et al., 2001). Neste marco é crítica a flexibilidade de integrar unha variedade de métodos de investigación e fontes de datos na avaliación do problema e unha habilidade para consultar moitos grupos para entender a diversidade de enfoques sobre un problema e buscar *inputs* para solucións alternativas. Os problemas complexos ambientais que xorden en sistemas que se entenden mal requiren tamén novas vías para examinar as evidencias como un todo en vez de nas súas partes separadas. A ciencia apropiada está baseada nas solucións, enfocada a entender amplamente os riscos e tamén a atopar formas de prever a súa ocorrencia. Neste enfoque, as limitacións da ciencia para caracterizar de xeito completo os riscos complexos recoñécense abertamente, facendo máis difícil o uso do coñecemento incompleto para xustificar accións preventivas.

Sir Bradford Hill, o a miúdo mal citado pai da epidemioloxía moderna, recoñeceu a necesidade de actuar baseándose en coñecementos limitados, xuízos informados e sentido común cando dixo: “Todo coñecemento é incompleto, sexa procedente da observación ou do experimento. Todo traballo científico é susceptible de ser eliminado ou modificado polo avance do coñecemento. Isto non nos dá a liberdade de ignorar o coñecemento que temos, ou de pospoñer as accións que parece demandar en certo momento” (Hill, 1965). A cuestión crítica, baixo unha ciencia apropiada e un enfoque precautorio, para os xestores (nas políticas de medio ambiente e de saúde en xeral), non é a causalidade, senón máis ben se existe evidencia suficiente para actuar coa finalidade de prever un risco particular. Neste aspecto, a ciencia ambiental, ao ser unha ciencia aplicada, serve o propósito de informar as políticas, de axudar os xestores a comprender cando e se hai evidencia suficiente para actuar. Cando existe esta evidencia suficiente, depende da natureza do problema e é unha función do seguinte:

- O coñecemento dispoñible e a comprensión acumulada.
- A complexidade, magnitude e incerteza do risco.
- A presenza de poboacións de alto risco.
- A dispoñibilidade de opcións para prever os riscos.
- As implicacións potenciais de non actuar para prever os riscos.
- Os valores sociais e públicos.

13. O liderado é crítico para a gobernabilidade adaptativa

A gobernabilidade adaptativa require liderado. Ronald Heifetz, un médico e líder do cambio organizativo, sinala que “o liderado é o que os individuos fan para mobilizar outros, en organizacións ou comunidades”, para realizar traballo adaptativo, clarificar os conflitos dos valores e atacar problemas grandes que non teñen solucións tecnolóxicas sinxelas (Flower, 1995). Contrasta liderado con autoridade, unha figura ou organización que proporciona dirección e controla os conflitos, un árbitro. En vez de proporcionar todas as respostas, os líderes proporcionan con frecuencia as preguntas ou os feitos desafiantes recoñecendo a importancia do conflito como parte do proceso que leva ás solucións. Como tal, o liderado exige implicar a xente a prestar a súa atención a problemas que sen el non merecerían a súa atención. Esta atención a problemas grandes pode conseguirse a miúdo atacando problemas máis pequenos cuxo contexto é máis doado de abranguer. O liderado pon en movemento os cambios necesarios para enfocar ameazas complexas aos ecosistemas. Nun liderado forte

está inherente unha habilidade de aprender dos fracasos, de modificar valores e de cambiar de dirección cando é necesario.

Outro papel do liderado é proporcionar visión. A visión ha de ser inspiradora e motivadora, ao mesmo tempo que exacta e realizable en intervalos de tempo razoables, e susceptible de medida do seu progreso. Debe reflectir o feito de que os problemas ecolóxicos non son simples problemas técnicos que os expertos poden resolver, senón “problemas de adaptación” que requiren cambios de conduta de toda a sociedade, na ciencia, na industria, nas actividades humanas e nas institucións mesmas dos gobernos. As solucións sustentables a estes problemas de adaptación implican comprender e afrontar as súas causas radicais, non simplemente as súas manifestacións directas. O liderado significa tamén implicar a sociedade no desenvolvemento dunha visión e das solucións, un cambio desde as radicais que pode ser máis transformativo e sustentable a longo prazo. Non debe ser imposto desde arriba, senón xurdir da creación de confianza e implicación dos sectores diferentes da sociedade dun xeito que asegure tanto xustiza como competencia.

Finalmente, o liderado require instilar un sentido de responsabilidade intra e interxeracional nos procesos de toma de decisións tanto dos gobernos como dos individuos. Isto é un desafío para os sectores que non pensan normalmente máis alá dun horizonte de decisións a curto prazo, posto que os beneficios dos compromisos adoptados poden non recollese durante o tempo en que a administración ou o partido está no poder. Non obstante, os líderes e as políticas que xeran deben fortalecer a comprensión da sociedade de que o medio ambiente e a saúde están enlazados, e que os impactos sobre os ecosistemas volven ao final sobre os seres humanos aínda que isto poida ser distante no tempo e no espazo.

Esta comprensión debe empezar cun achegamento á natureza, o que Rachel Caarson chamaba “un sentido para marabillarse”, que é inherente aos nenos. A educación ambiental, que asegura que a xente establece enlaces firmes coa natureza, é crítica para construír este sentido de responsabilidade e que exista unha nova xeración de líderes listos para continuar unha transformación cara á sustentabilidade. Por exemplo, a iniciativa do estado de Connecticut “Ningún neno queda dentro” (ver nochildleftinside.org) está deseñada para conectar os nenos e as súas familias coa natureza, de forma que desenvolven un sentido de responsabilidade cara ao futuro. Finalmente, significa examinar os hábitos de consumo da sociedade para asegurar que o benestar non é só unha función de cantos bens materiais e riqueza se acumularon, senón dunha habilidade para ter calidade na vida, proximidade á natureza.

14. Conclusións

Dadas as ameazas que zonas como Galicia afrontan na degradación ecolóxica e da saúde a partir de actividades industriais e extracción de recursos naturais, hai dous camiños que poden ser tomados.

A reacción implica as seguintes características:

- Desenvolvemento de tecnoloxía e de actividades humanas sen limitacións, e fixar os problemas segundo acontecen.
- Esperar a ter a evidencia perfecta, a proba, antes de actuar.
- Tratar a incerteza e a ignorancia como un problema controlable ou rexeitable.
- Tratar a falta de información, a falta de evidencia do dano e a incerteza como evidencia de seguridade.
- Definir os problemas como simples problemas técnicos que poden ser resoltos por “expertos”.
- Examinar solo opcións simples para resolver un problema.

Un enfoque proactivo, precautorio, implica as seguintes características:

- Comprender as implicacións sociais, ambientais e sobre a saúde dunha tecnoloxía nova ou dunha actividade humana, utilizando múltiples disciplinas.
- Aceptar a incerteza e a sorpresa como parte do noso trato cos sistemas complexos nos que a ignorancia é prominente; actuar para acumular coñecemento.
- Diseñar tecnoloxías e emprender actividades humanas cun ollo sobre as implicacións potenciais sobre a saúde e o medio ambiente.
- Definir os problemas como socio-técnicos, que deben incluír un rango amplo de implicados.
- Ter opcións múltiples para conseguir un obxectivo particular; utilizar deseños enfocado e incremental.

Este traballo sinalou aspectos do enfoque precautorio aplicado á toma de decisións fronte á incerteza, intentando integrar os conceptos ecolóxicos na forma en que deseñamos os nosos sistemas de produción e consumo. Tal cambio non será doado. Requirirá unha desviación fundamental na maneira en que deseñamos os nosos sistemas industriais e os nosos procesos de toma de decisións ata hoxe. Non obstante, somos crecentemente conscientes dos erros que cometemos e das consecuencias desastrosas deses erros. Se queremos vivir nun mundo máis san e máis sustentable e deixalo así para as xeracións futuras debemos aceptar estes desafíos seriamente. Nin nós nin os nosos fillos teñen que vivir cos problemas que creamos.

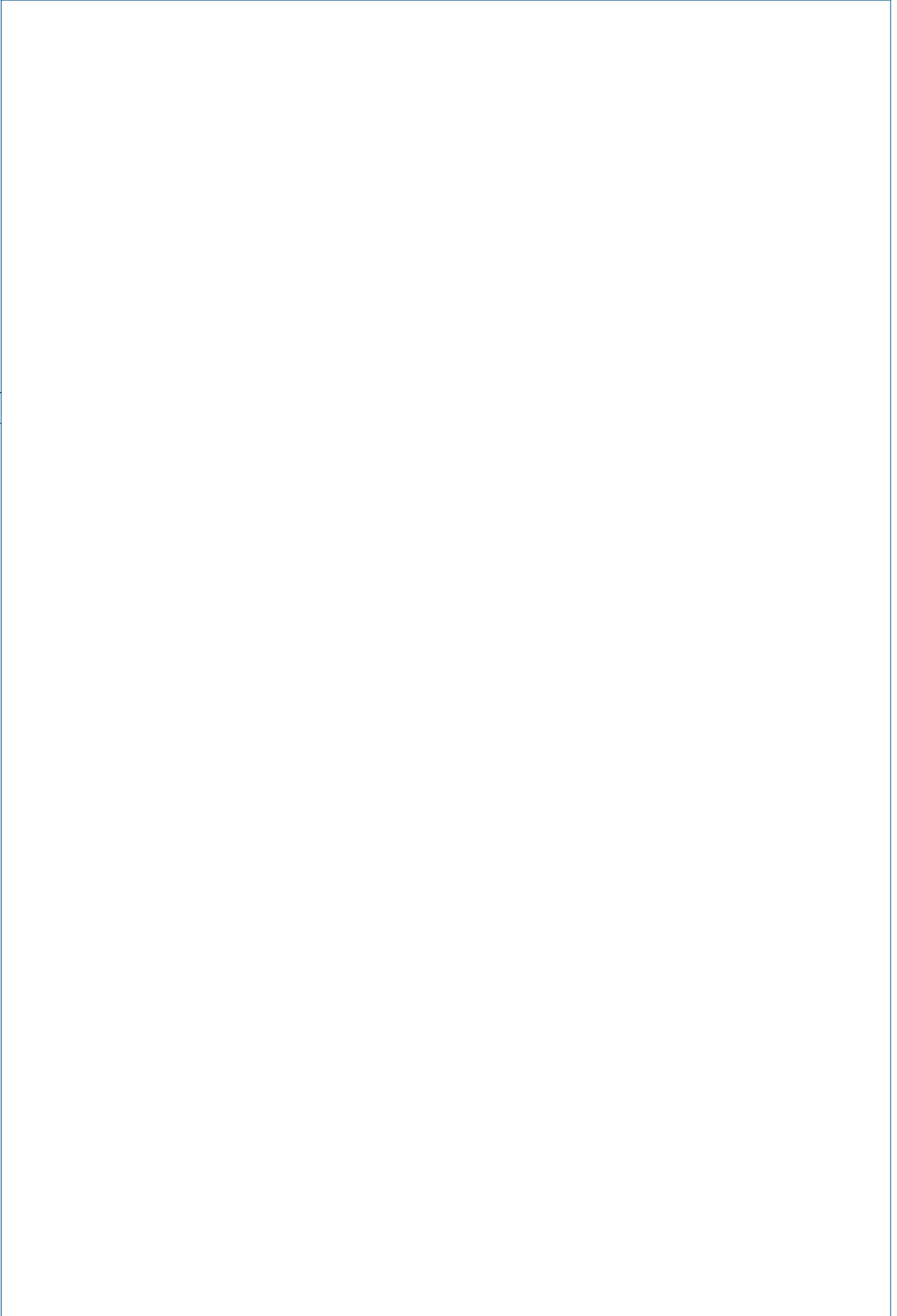
Bibliografía

- Applegate, John (2000). "The Precautionary Preference: An American Perspective on the Precautionary Principle". *Human and Ecological Risk Assessment* 6, núm. 3: 413-443.
- Anastas, Paul and John Warner. 1998. *Green Chemistry: Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press.
- Ashford, Nicholas (1997). "The importance of taking technological innovation into account in estimating the costs and benefits of worker health and safety regulation". In *European Conference on Costs and Benefits of Occupational Safety and Health*, ed. J. Mossink and F. Lichewr: 69-78. The Hague.
- Ashford, Nicholas (1999). "An Innovation-Based Strategy for a Sustainable Environment". In *Innovation-Oriented Environmental Regulation: Theoretical Approach and Empirical Analysis*. Potsdam, Germany: European Commission Joint Research Centre.
- Ashford, Nicholas (2000). *Professor, Technology and Policy Program*, Massachusetts Institute of Technology, Personal Interview. February 25.

- Barrett, Katherine and Carolyn Raffensperger (1999). "Precautionary Science". In *Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle*, ed. Carolyn Raffensperger and Joel Tickner: 106-122. Washington, DC: Island Press.
- Benyus, Janine (2002). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. New York: Harper.
- Brickman, Ronald, Sheila Jasanoff, and Thomas Ilgen (1985). *Controlling Chemicals: The politics of Regulation in Europe and the United States*. Ithaca, NY: Cornell University Press.
- Cairns, John Jr (1999). "Absence of Certainty is Not Synonymous with Absence of Risk". *Environmental Health Perspectives* 107, núm. 2.
- Clark, William and Giandomenico Majone (1995). "The critical appraisal of scientific inquiries with policy implications". *Science, Technology and Human Values* 10: 6-19.
- Commoner, Barry (1971). *The Closing Circle: Nature, Man and Technology*. New York: Random House.
- Cooney, Rosie and Barney Dickson (2006). *Biodiversity and the Precautionary Principle: Risk and Uncertainty in Conservation and Sustainable Use*. London: Earthscan.
- Costanza, Robert (2000). *Visions of alternative (unpredictable) futures and their use in policy analysis*. Ecology 4 (1). www.consecol.org/vol4/iss1/art5.
- Dreborg, Karl (1996). *Essence of backcasting*. Futures 28: 813-828.
- Epstein, Paul (1998). "Integrating Health Surveillance and Environmental Monitoring". In *Ecosystem Health*, ed. David Rapport, Robert Costanza, Paul Epstein, Connie Gaudet, and Richard Levins: 154-177. Malden, MA: Blackwell Science.
- European Communities (2000). *Communication from the Commission on the Precautionary Principle*. Brussels. 2 February. COM 2000 (1).
- European Environment Agency (2002). *Late Lessons from Early Warnings, the Precautionary Principle 1898-1998*. Copenhagen. Available at www.eea.eu.int.
- Fioretti, Guido (2001). "Structure and behaviour of a textile industrial district". *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, vol. 4, núm. 4, <http://www.soc.surrey.ac.uk/JASSS/4/4/1.html>.
- Fiorino, Daniel (1990). "Citizen participation and environmental risk: A survey of institutional mechanisms". *Science, Technology & Human Values* 15, núm. 2: 226-244.
- Fixdal, Jon (1997). Consensus conferences as "extended peer groups". *Science and Public Policy* 24, núm. 6: 366-376.
- Flower, Joe (1995). "A conversation with Ronald Heifetz: Leadership without Easy Answers". *The Healthcare Forum Journal*. Vol. 38, #4, July-August.
- Folke, Carl, et al. (2002). "Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformation". Prepared for the World Summit on Sustainable Development for the Environmental Advisory Council to the Swedish Government. Stockholm.
- Folke, Carl, S. Carpenter, et al. (2004). "Regime shifts, resilience, and biodiversity in ecosystem management". *Annual Review of Ecology and Evolutionary Systems* 35: 557-581.
- Folke, C. T. Hahn, P. Olsson, and J. Norberg (2005). "Adaptive governance of social-ecological systems". *Annual Review of Environment and Resources* 30: 441-473.
- Folke (2006). "Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses". *Global Environmental Change* 16: 253-267.
- Funtowicz, Silvio and Jerome Ravetz (1992). "Three Types of Risk Assessment and the Emergence of Post Normal Science". In *Social Theories of Risk*, ed. Sheldon Krimsky and Dominic Golding: 251-274. Westport, CT: Praeger.
- Gallopin, Gilberto (2006). "Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity". *Global Environmental Change* 16: 293-303.
- Gee, David (1997). "Approaches to Scientific Uncertainty". In *Health at the Crossroads: Transport Policy and Urban Health*, ed. Tony Fletcher and Anthony McMichael: 27-50. London: John Wiley & Sons.

- Gunderson, Lance, C.S. Holling, and Stephen Light (1995). "Barriers Broken and Bridges Built: A Synthesis". In *Barriers and Bridges to the Renewal of Ecosystems and Institutions*, ed. Lance Gunderson, C.S. Holling, and Stephen Light: 489-532. New York City: Columbia University Press.
- Gunderson, Lance and C.S. Holling (2002). *Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems*. Washington, D.C.: Island Press.
- Hansen, SF; Kraye von Krauss, MP; Tickner, J. Categorizing Mistaken False Positives in Regulation of Human and Environmental Health. *Risk Analysis* (forthcoming).
- Hill, Austin Bradford (1965). "The Environment and Disease: Association or Causation". *Proceedings of the Royal Society of Medicine* 58: 295-300.
- Holling, C.S. "Resilience and stability of ecological systems". *Annual Review of Ecology and Systematics* 4: 1-23.
- IJC - US-Canada International Joint Commission (1995). *1993-95 Priorities and Progress Under the Great Lakes Water Quality Agreement*. Edited by US-Canada International Joint Commission. Windsor, ONT: US-Canada International Joint Commission. August.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change (2007). Fourth Assessment Report. Geneva. <http://www.ipcc.ch/>
- Jackson, Tim and Peter Taylor (1992). "The Precautionary Principle and the Prevention of Marine Pollution". *Chemistry and Ecology* 7: 123-134.
- Jackson, Tim (1993). *Clean Production Strategies*. Boca Raton, FL: Lewis Publishers.
- Karasek, Robert (1999). "The new work organization and conducive value". *Sociologische Gids*. Vol. 5: 310-330.
- Kriebel, D.J. Tickner, et al. (2001). "The Precautionary Principle in Environmental Science". *Environmental Health Perspectives* 109, pp. 871-876.
- Krimsky, Sheldon (2000). *Hormonal Chaos: The Scientific and Social Origins of the Environmental Endocrine Hypothesis*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Lawless, Edward (1977). *Technology and Social Shock*. New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press.
- Lee, K (1994). *Compass and Gyroscope*. Washington, DC: Island Press.
- Lemons, John, Kristin Shrader-Frechette, and Carl Cranor. 1997. "The Precautionary Principle: Scientific Uncertainty and Type I and Type II Errors". *Foundations of Science* 2: 207-236.
- Levin, Simon (1999). *Fragile Dominion: Complexity and the Commons*. Cambridge, MA: Perseus Publishing.
- Levin, Simon (1998). "Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems". *Ecosystems* 1: 431-436.
- Levins, Richard and Richard Lewontin. 1985. *The dialectical biologist*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Levins, Richard (2003). "Whose scientific method: Scientific methods for a complex world". In Tickner, Joel. *Precaution, environmental science, and preventive public policy*. Washington, DC: Island Press: 355-368.
- Levins, Richard and C. Lopez (2006). *Schmalhausen's Law and the standardized risk matrix*. American Public Health Association Annual Conference, Boston, MA, November 11, 2006.
- Lubchenco, Jane (1998). "Entering the century of the environment: A new social contract for science". *Science* 279: 491-497.
- MacGarvin, Malcolm (1994). "Precaution, Science, and the Sin of Hubris". In *Interpreting the Precautionary Principle*, ed. Timothy O'Riordan and James Cameron: 69-101. London: Earthscan.
- Manuelli, Andrea (2002). *Enhancing productivity and competitiveness of SMEs through clustering and networking: The experience of Italy*. United Nations Economic and Social Council, Economic and Social Commission for Western Europe. Document E/ESCWA/ID/2002/WG.1.
- Massachusetts Toxics Use Reduction Institute (1997). *Massachusetts is Cleaner and Safer: Report on the Toxics Use Reduction Program*. Lowell, MA: Massachusetts Toxics Use Reduction Institute.
- McDonough, William and Michael Braungardt (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Ways we Make Things*. North Point Press.
- Myers, Nance and Carolyn Raffensperger (2006). *Precautionary Tools for Reshaping Environmental Policy*. Cambridge, MA: MIT Press.

- Perkins Marsh, George (1965). *Man and Nature: Or, Physical Geography as Modified by Human Action*. Cambridge: Belknap Press.
- O'Brien, Mary (2000). *Making Better Environmental Decisions: An Alternative to Risk Assessment*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Office of Technology Assessment, Congress of the United States (1995a). *Gauging Control Technology and Regulatory Impacts in Occupational Safety and Health*. Washington, DC: U.S. Government Printing Office. September. OTA-ENV-635.
- O'Riordan, T. J. Cameron, and A. Jordan (eds.) (2001). *Reinterpreting the Precautionary Principle*. London: Cameron and May.
- Pearce, Neil (1996). "Traditional Epidemiology, Modern Epidemiology, and Public Health". *American Journal of Public Health* 86, núm. 5: 678-683.
- Quist, Jaco and Philip Vergragt (2006). "Past and future of backcasting: The shift to stakeholder participation and a proposal for a methodological framework". *Futures* 38: 1027-1045.
- Raffensperger, Carolyn and Joel Tickner, eds (1999). *Protecting Public Health and the Environment: Implementing the Precautionary Principle*. Washington, DC: Island Press.
- Rapport, David, Robert Costanza, Paul Epstein, Connie Gaudet, and Richard Levins, eds (1998). *Ecosystem Health*. Malden, MA: Blackwell Science.
- Raskin, Paul et al (2002). *Great Transition: The promise and lure of the times ahead*. Boston: Tellus Institute and Stockholm Environment Institute
- Renn, Ortwin, Thomas Webler, and Peter Wiedemann, eds. 1995. *Fairness and Competence in Citizen Participation: Evaluating Models for Environmental Discourse*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Robinson, J. (2003). "Future subjunctive: Backcasting as social learning". *Futures* 35: 839-856.
- Rossi, Mark, J. Tickner and K. Geysler (2006). Lowell Center Alternatives Assessment Framework. Lowell: Lowell Center for Sustainable Production. At www.chemicalspolicy.org.
- Rotmans, Jan, M. van Asselt, C. Anastasi, S. Greeuw, J. Mellors, S. Peters, D. Rothman, N. Rijkens. 2000. "Visions for a sustainable Europe". *Futures* 32: 809-831.
- Schwartz, Sharon and Kenneth Carpenter (1999). "The Right Answer for the Wrong Question: Consequences of Type III Error for Public Health Research". *American Journal of Public Health* 89, núm. 8: 1175-1180.
- Smit, Barry and Johanna Wandell (2006). "Adaptation, adaptive capacity and vulnerability". *Global Environmental Change* 16: 282-292.
- Stern, Paul, Oran Young, and Daniel Druckman, (eds.) (1992). *Global Environmental Change: Understanding the Human Dimensions*. Washington, DC: National Academy Press.
- Stern, Nicholas (2006). *The Economics of Climate Change*. London: HM Treasury. http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm.
- Thorpe, B. (1999). *Citizen 's Guide to Cleaner Production*. Lowell, MA: Lowell Center for Sustainable Production.
- Tickner J. (2000). *Precaution in Practice: A Framework for Implementing the Precautionary Principle*. ScD Dissertation, Department of Work Environment, University of Massachusetts Lowell.
- Tickner, J. (2003). *Precaution, Environmental Science, and Preventive Public Policy*. Washington, DC: Island Press.
- Tickner J., Kriebel D, Wright S. (2003). "A Compass for Health: Rethinking Precaution and Its Role in Science and Public Health". *Epidemiology*, 2003; 32: 489-491.
- Tickner, Joel and Ken Geiser. (2004). "The Precautionary Principle - Stimulus for Solutions and Alternatives-based Environmental Policy". *Environmental Impact Assessment Reviews*. Vol. 24.





XUNTA DE GALICIA
CONSELLERÍA DE PRESIDENCIA,
ADMINISTRACIÓNS PÚBLICAS E
XUSTIZA



Escola Galega de
Administración
Pública