

# OS EFECTOS DO CAMBIO CLIMÁTICO EN GALICIA

Francisco Díaz-Fierros Viquiera<sup>(\*)</sup>

Departamento de Edafoloxía da Universidade de Santiago

## INTRODUCCIÓN

Cando se fala das predicións sobre os efectos do cambio climático debe se ter moi en conta que se está a falar dun proceso que atinxe a dinámica meteorolóxica que, segundo sinala o último informe do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) (2001), corresponde “a un sistema acoplado, non lineal e caótico e que, polo mesmo a predición a longo prazo do futuro do clima non sería posible. O que se debe agardar é a predición da probabilidade de distribución dos futuros estados do sistema pola xeración de conxuntos de solucións modeladas”<sup>1</sup>. O que nos deixa ben claro, algo que ás veces se esquece, que o previsible cambio climático e os seus efectos derivados é un proceso estocástico (é dicir, probabilístico) e que ao máximo que podemos aspirar é a conseguir un elevado grao de confianza –que nunca vai ser certeza total– das saídas dos nosos modelos. Cuestión que por outra parte non debe desconcertar a ninguén, pois algo tan actual como é a previsión dos riscos faise sempre baixo estas mesmas premisas estocásticas. A dificultade está en que o traballo con probabilidades, que é algo ao que xa están afeitos a maioría dos científicos, aínda presenta serias dificultades para unha percepción normal pola sociedade. De feito, está hoxe moi admitido que na percepción dos riscos pola poboación existen fondas diferenzas entre a medida estatística das probabilidades dun risco e a súa valoración e aceptación popular, e así riscos elevados como son os derivados do uso dos coches e o tabaco teñen unha boa aceptación en estratos significativos da sociedade mentres que outros, de moi baixa probabilidade de ocorrencia, como sucedeu coa enfermidade de Creutzfeldt-Jakob (vECJ) no caso das “vacas tolas” poden xerar pánicos colectivos.

---

<sup>(\*)</sup> A maioría dos datos deste traballo, agás algúns cálculos feitos especificamente para el, están tomados do libro *Evaluación Preliminar de los Impactos en España por Efecto del Cambio Climático* (Coord.: J.M. Moreno. UCLM-Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 2005) do que son coautor.

<sup>1</sup> No libro do americano Michael Cripston *Estado de miedo* (2005), acabado de publicar en España con grande alarde editorial e no que se critican as predicións sobre o cambio climático cítase, demagoxicamente, só a primeira parte desta conclusión do IPCC, na que se formula a imposibilidade

Outro problema das predicións climáticas de cara á súa percepción e aceptación pola sociedade é o carácter fortemente variable da evolución do clima, de tal xeito que dentro dunha mesma tendencia (p.e. dun incremento secular da temperatura) poden existir importantes períodos que semellan contradicila. De aí que só naqueles casos nos que as condicións climáticas do momento semellan estar de acordo coa tendencia, a poboación percibe e acepta o veredito científico. E así mesmo, existe tamén unha variabilidade espacial (aínda non moi ben clarexada, pois poden ser fenómenos de carácter local e instrumental) que permite que un fenómeno global como é o do cambio climático poida ter excepcións persistentes en determinados puntos <sup>2</sup>.

Tendo en conta estas dificultades na percepción pola sociedade dos efectos do cambio climático expresados como un fenómeno probabilístico e nunca como unha certeza total, o IPCC, no resumo que fai das súas conclusións para “políticos e xestores”, cualifícaas sempre polo grao de certeza que se lles poida atribuír (*moi probable*: 90-99% de posibilidades de que ocorra, *probable*: 66-90%, *probabilidade media*:33-66%, *non probable*: 10-30%). Estas predicións son sempre a escala global, mais non existen, cando menos para Galicia, a unha escala de maior detalle. Porén, non se debe agardar, agás que nos atopemos nunha desas excepcións espaciais xa comentadas, que existan diferenzas significativas sobre o grao de certeza da modelización xeneral.

## **A SITUACIÓN DE GALICIA NOS MODELOS DE PREDICIÓN DA TEMPERATURA E PRECIPITACIÓN PARA A PENÍNSULA IBÉRICA**

Unha cuestión previa para o desenvolvemento dos traballos de modelización climática, que formulou o IPCC, foi a de definir un conxunto de sete horizontes socioeconómicos mundiais diferentes (os coñecidos como *SRES scenarios*), que daban orixe a diferentes valores das emisións de gases á atmosfera. Os máis utilizados foron os A2 e B2, que xeneraban unha concentración de CO<sub>2</sub> para o ano 2100 de 850 ppm, un 120% máis que a actual, no caso do primeiro, e de 760 ppm, que é o dobre da actual, para o segundo horizonte. Os modelos que se foron utilizando na predición do cambio climático foron gañando co tempo en seguridade, pero tamén en complexidade, ao iren

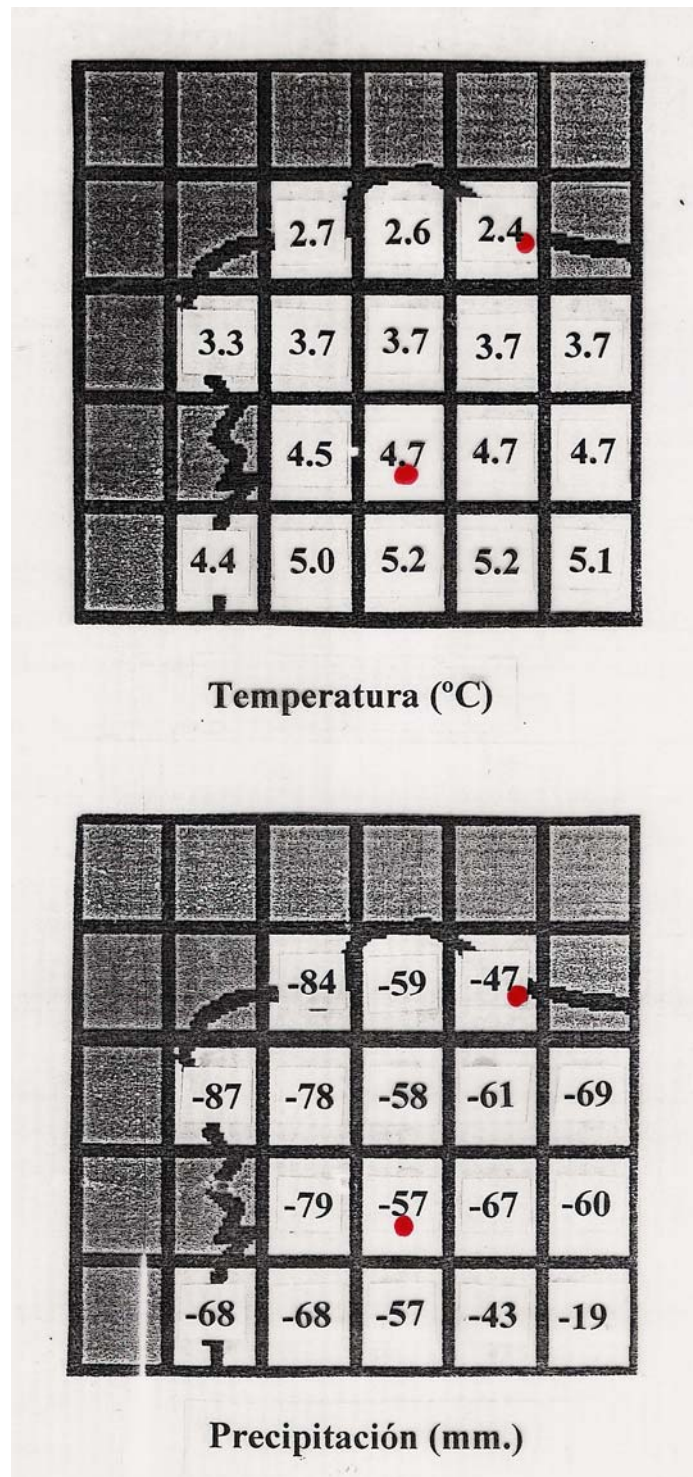
---

dunha predición determinista pero omítese a segunda, na que se ofrece a posibilidade dunha predición probabilística.

integrando progresivamente nalgunha medida os efectos dos cinco compoñentes do sistema climático (atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera e biosfera). Na actualidade, os máis recoñecidos, son os que integran dunha maneira explícita as interaccións entre a atmosfera e os oceanos, coñecidos como modelos AOGCM (*Atmosfera-Ocean General Circulation Model*). A partir destes modelos, que en xeral teñen pouca definición xeográfica, elabóranse modelos rexionalizados, que tentan a partir das saídas dos modelos globais e mediante funcións xeográficas específicas, discretizar os datos cunha maior definición espacial para rexións concretas do planeta. Este é o caso do modelo PROMES, derivado do modelo global inglés HadCM3, que se aplicou recentemente á Península Ibérica (Moreno, J.M. coord., 2005) cunha definición espacial dunha cuadrícula de 50 Km de lado. Os seus resultados poden servir, en consecuencia, para obter por primeira vez para Galicia unha información rexionalizada (a partir de 20 cuadrículas) dos efectos do cambio climático. Estes datos, que se presentan dun xeito abreviado nos mapas da Figura 1, amosan as predicións de cambio para o período 2070-2100, para o horizonte B2, da temperatura media e da precipitación para o verán (promedio dos meses de xuño, xullo e agosto) e para o inverno (promedio dos meses de decembro, xaneiro e febreiro). As variacións máis significativas e importantes suceden no verán, no que as temperaturas se incrementarán entre 2.4 e 5.2 °C e as precipitacións diminuirán entre 19 e 87 mm. Loxicamente, para o horizonte A2 as variacións son máis importantes (incrementos da temperatura entre 3.6 e 6.5 °C). Outros datos referidos ao incremento da temperatura serían os relativos ás máximas diarias que se agarda que para Galicia sexan de semellante magnitude ao das temperaturas medias, resultado que contradiría en certa maneira a tendencia ao incremento da variabilidade climática que pronostican moitos modelos globais. A todos os datos referidos ao incremento global das temperaturas medias na Península atribúeselles unha certeza moi alta.

---

<sup>2</sup> Unha vez máis, o libro de M. Cripton, na defensa das súas teses, fai sempre máis fincapé nestas excepcións locais que no carácter xeral e dominante do fenómeno.

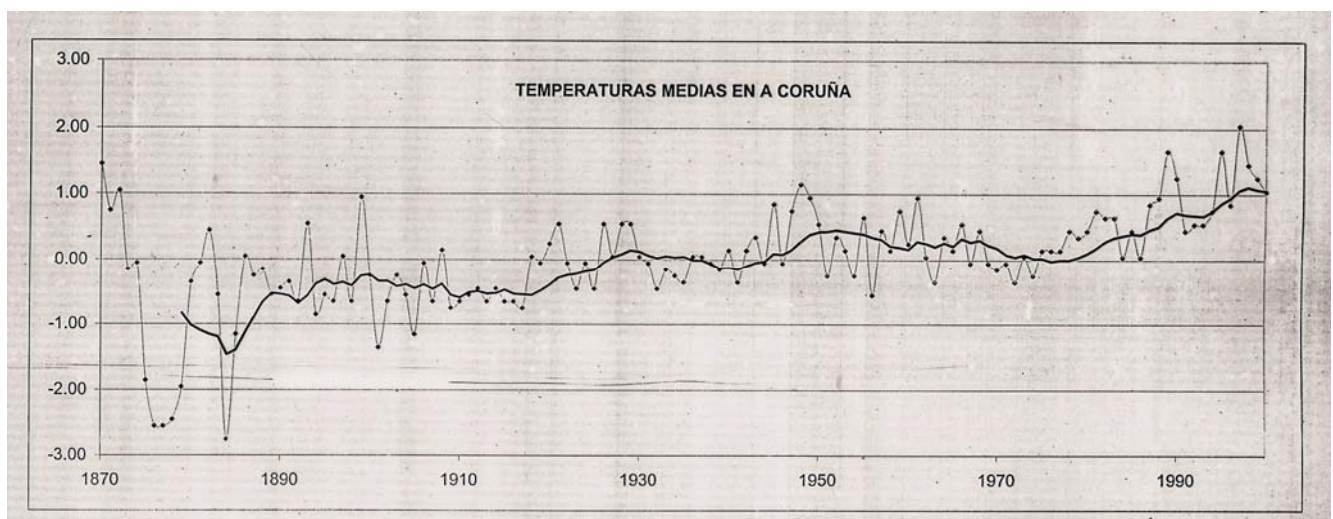


**Figura 1. Predicións de cambio do modelo PRODES para Galicia nos meses de verán (xuño, xullo e agosto) para o período 2070-2100, segundo as condicións do horizonte B2. Promedios de temperatura e cantidade total de precipitación.**

En relación coa precipitación, o PROMES predí para o último terzo do século XXI, co horizonte B2, un incremento nos meses do inverno de 20 a 50 mm., e para o

verán, unha diminución maior, de 40 a 80 mm. Nas estacións intermedias existiría unha diminución da precipitación de pouca entidade, entre 0 e 20 mm. Aínda que a maioría dos modelos europeos rexionalizados coinciden en manter este patrón de cambio para o NW da península (incremento no inverno e diminución no verán), tamén se ten que sinalar que a certeza que se lle atribúen a estas predicións sobre a precipitación varía entre media e baixa.

Unha cuestión que ten interese é a de coñecer en que medida os rexistros de temperatura e precipitación de Galicia son sensibles ao cambio que xa se está detectando no conxunto do planeta. Se se analiza o rexistro da Coruña desde 1870 ata hoxe (Figura 2), cunha análise da tendencia mediante medias móbiles de 10 anos, pódese observar que, con relación ao promedio do período (valor 0.0), se apreza, a semellanza do que ocorre co planeta, que os valores son negativos (e dicir, inferiores ao promedio plurianual) até os anos corenta, que existe unha tendencia á estabilización das temperaturas e mesmo unha baixa até os anos setenta (igual que no resto do planeta) e despois un crecemento continuado de case un grao nos seguintes trinta anos. Formulouse polos críticos do cambio climático que esta medra da temperatura medida en moitos observatorios podía ser a consecuencia en moitos deles dun crecemento da área urbana no contorno do observatorio que xeraría o fenómeno coñecido como “illa de calor”. Este feito podería ter unha importancia relativa no observatorio da Coruña até os anos 70-80, en que rematou o desenvolvemento urbano desta zona, mais non despois, cando se produce o maior incremento de temperatura do período.



**Figura 2. Evolución das desviacións das temperaturas na Coruña sobre o promedio plurianual (1870-2000), indicando a tendencia do período (liña máis grossa e continúa) mediante medias móbiles de 10 anos.**

## OS IMPACTOS EN GALICIA POR EFECTO DO CAMBIO CLIMÁTICO

**Influencia sobre os recursos hídricos.** A partir das relacións empíricas que se poden establecer entre a temperatura e a ETP (evapotranspiración potencial) para Galicia, pódese establecer un balanço hídrico coas predicións que se teñen feito de cambio para a temperatura e precipitación. Escolléronse dúas estacións representativas de condicións extremas do balanço hídrico, como son as de Ribadeo, cun déficit hídrico máximo de 172 mm., típico dos climas húmidos do cantábrico, e a de Ourense, cun déficit de 282 mm, típico dos climas subhúmidos. Dos cambios na precipitación só se consideraron os correspondentes ao verán, pois as variacións das outras estacións teñen un nivel baixo de certeza. Aínda así, todas as predicións sinalan unha tendencia á baixa, polo que este cálculo pódese considerar moi conservador. Para a ETP derivada dos cambios nas temperaturas se realizou o cálculo para todas as estacións. As variacións agardadas para as catro estacións do ano (expresadas en mm.) serían as seguintes:

	(Hoxe)				(PROMES- B2)			
	Inv.	Pri.	Ver.	Out.	Inv.	Pri.	Ver.	Out.
RIBADEO	291	229	131	279	291	229	84	279
	75	208	303	157	165	258	345	204
	216	21	- 172	122	126	- 29	- 261	75
OURENSE	313	215	72	223	313	215	15	223
	55	169	354	168	93	243	465	216
	258	46	- 282	55	220	- 28	- 450	7

O incremento do déficit hídrico máximo pasaría en Ribadeo dos 172 mm aos 290 mm, lixeiramente superior ao que tería Ourense na actualidade, e esta localidade pasaría dos 282 mm. de hoxe aos 478 mm., semellante ao que ten na actualidade O

Bierzo. Nos dous casos, o incremento relativo sería da orde do 70%. Tería tamén importancia o feito de que a primavera, estación na que sempre houbo un lixeiro exceso de auga, co cambio agardado, pasaría xa a ser unha estación deficitaria. As consecuencias deste incremento do deficit hídrico, faríanse sentir na dispoñibilidade de recursos hídricos, que calculada a partir dun balanço Thornthwaite-Matter, daríanos unha diminución dos recursos do 30-35% que se faría sentir, sobre todo, nos abastecementos de augas e naquelas producións moi dependentes da auga como son os prados.

**Influencia sobre os ecosistemas terrestres e acuáticos.** Estes cambios climáticos traducidos en índices bioclimáticos, como serían os pisos bioclimáticos (termotipos) de Rivas-Martínez, indicariánnos que en Galicia se pasaría dunha situación de dominancia do piso mesotemperado, con pequenos enclaves mediterráneos nas Rías Baixas e Ourense e supratemperados nas zonas altas, a outra (B2), na que dominaría o piso mesomediterráneo con pequenos enclaves supramediterráneos, na montaña, e mesotemperados, no cantábrico. No relativo aos pisos bioclimáticos (ombrotipos), cunha dominancia case total do carácter húmido hoxe, pasaríase a unha penetración importante (no 30% da superficie do país) do carácter subhúmido e, mesmo seco, no cantábrico. É dicir, que o clima temperado dominante de hoxe se viraría a outro mediterráneo dominante. Todo o cal levaría consigo unha mudanza importante na distribución xeográfica dos ecosistemas terrestres. Neste cambio semella que os ecotonos máis sensibles, como son aqueles que están determinados p.e. por enclaves xeolóxicos singulares (como calizas ou serpentinas) ou condicións climáticas extremas (como as das serras) son os que máis sufrirían, chegando mesmo a desaparecer da xeografía galega.

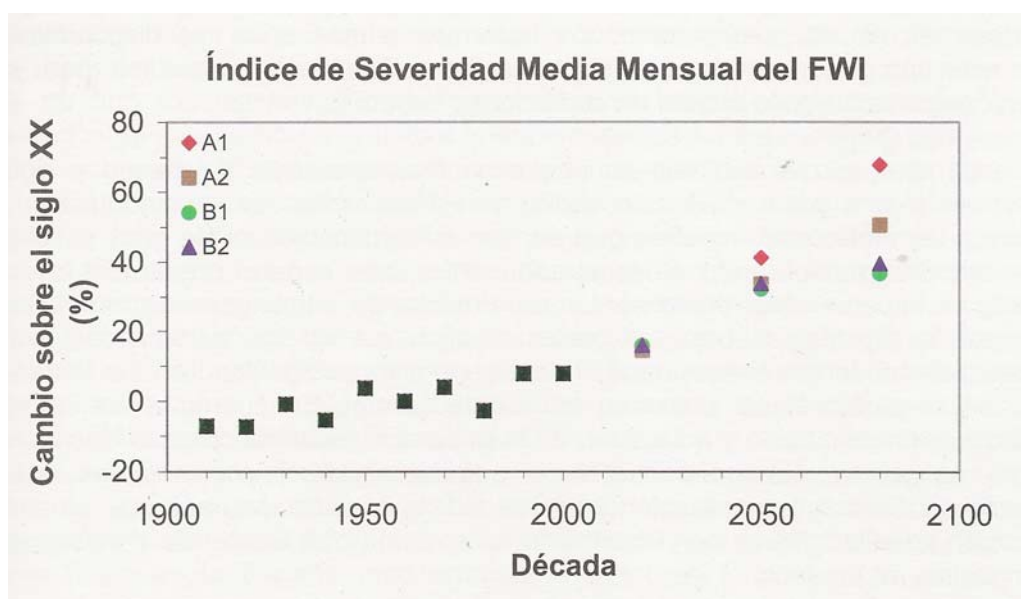
No que atinxe aos ecosistemas mariños, habería que sinalar que xa se detecta un incremento da temperatura da auga do mar desde a década dos oitenta relativamente importante no atlántico ( de 0.28 °C por década en Vigo e de 0.53 °C na Coruña), que semella ser superior nas augas do cantábrico (de 0.5°C a 0.6 °C). Das previsións de quecemento para o próximo século, agárdase un incremento lixeiramente inferior ao das temperaturas do aire, como consecuencia do acoplamento do sistema oceánico ao climático, que pode ser algo máis importante no mediterráneo que no atlántico, distinguíndose dentro deste a variante do cantábrico, que semella que se vai quentar

máis có resto do oceano. A influencia deste quecemento vai notarse sobre todo nas comunidades bentónicas, e así determinadas predicións falan da desaparición dos nosos fondos para o ano 2050 de determinadas especies de oucas.

**Influencia sobre os solos.** Nos solos agrícolas que non tiveran unha restitución da materia orgánica a partir dos diferentes adubos orgánicos existentes, como consecuencia do incremento da temperatura (a diminución da auga no solo que se produciría polos veráns tería menos importancia que o cambio na temperatura), produciríase un aumento da mineralización dos compostos orgánicos do solo que se podería estimar entre un 6-7% por cada grao de incremento da temperatura, que para as previsións de cambio climático de Galicia daríanos unhas perdas entre o 20 e o 30% de materia orgánica, porcentaxe importante que cando menos suporía que a superficie de solos de cultivo con valores de materia orgánica insuficiente (menos do 4%) se triplicaría, sempre e cando non se levara unha acción efectiva de abonado orgánico. E a perda de materia orgánica do solo conlevaría, como ben se sabe, un incremento da sensibilidade á erosión e unha perda xeneralizada das condicións produtivas. Nos solos forestais, o nivel de materia orgánica que se acumula no solo vai depender neste caso da produtividade neta do ecosistema, no que habería que ter en conta tanto o incremento da mineralización como o efecto fertilizante do incremento en CO<sub>2</sub> da atmosfera, que actuaría positivamente sobre a produtividade primaria. Os diferentes modelos aplicados aos bosques europeos son en xeral coincidentes en que podería existir inicialmente un incremento da materia orgánica do solo polo efecto dominante do poder fertilizante da atmosfera pero que a partir da segunda metade do século, polos efectos combinados do incremento da mineralización da materia orgánica e a atenuación do incremento da produtividade primaria polo aumento da seca, comezaría a se producir unha diminución neta da materia orgánica do solo.

De todos os xeitos, admítese tamén que o cambio de uso do solo pode ser un factor de primeira orde e dominante sobre a capacidade produtiva deste, polo que os cambios de uso que se puideran ver inducidos polo cambio climático deberían ser máis determinantes sobre estas propiedades e que, en consecuencia, poderían inducir tanto unha evolución positiva como negativa dos solos, que enmascarase as outras influencias derivadas da mineralización da materia orgánica e da produtividade neta do ecosistema.

**Influencias sobre o sector forestal.** O efecto fertilizante da atmosfera, comentado no apartado anterior, daría orixe a un incremento da produtividade forestal, cando menos até a metade do século, que á altura do 2050 tería só en Galicia como zona emisora de carbono a extrema sureste, pero que xa no 2080 abranguería ao 30 % do país. É posible tamén que os cambios fenolóxicos que foran inducidos por un clima máis quente e seco influíran sobre a propagación das pragas forestais, tanto positiva como negativamente, polo que é unha temática aínda sometida a moitas incertidumes. O que si está máis claro é que os factores que influen sobre os riscos dos incendios forestais vanse incrementar, non só polo aumento das secas nos veráns senón tamén porque outros fenómenos extremos como poden ser o vento e a humidade van incidir na mesma dirección. Un estudo do índice de severidade media mensual FWI (índice de perigo de incendios) aplicado a toda a península (Figura 3) pronostica para un horizonte B2 e para o ano 2050 un incremento do 30% deste índice, o que se traducirá en que non só aumentarían os días de risco de incendios senón que a amplitude da época de risco tamén se espallará.

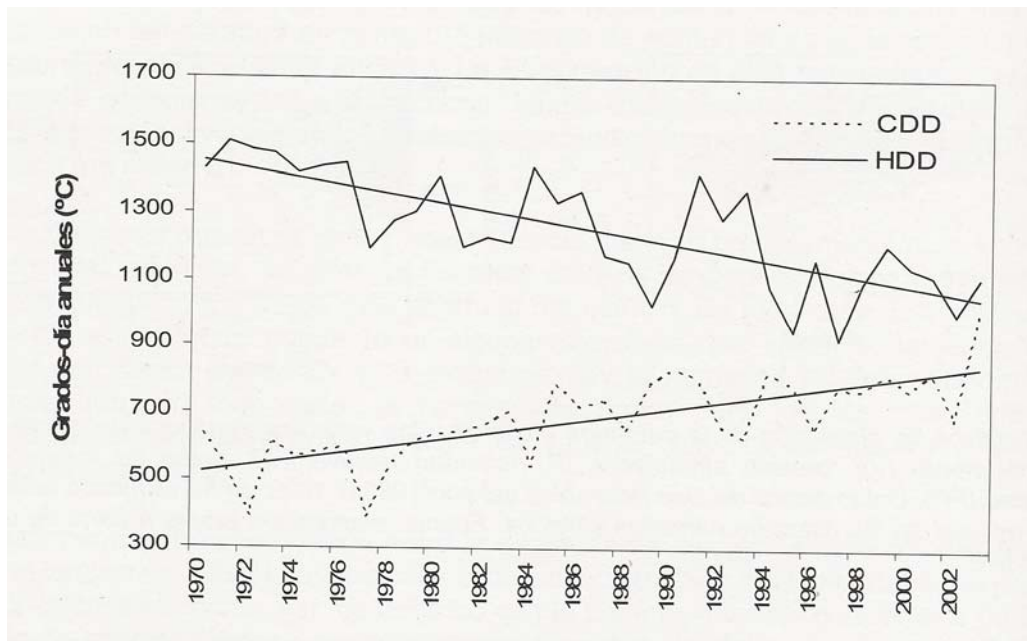


**Figura 3. Evolución do Índice de Risco de Incendios para España (FWI) para o ano 2050 segundo diferentes horizontes socioeconómicos.**

**Outras influencias.** Existen todo un conxunto de influencias sobre outros sectores económicos e sociais, como poden ser as relacionadas coa saúde, máis concretamente

sobre os efectos que os chamados “golpes de calor” poden exercer sobre a poboación máis sensible, como son os anciáns e os doentes. Existen estudos que amosan con total claridade como a mortalidade diaria “dispárase” cando as temperaturas máximas diarias sobardan un determinado valor, que para as provincias galegas sería de 35.6 °C para Ourense, 32.0 °C para Pontevedra, 31.0 °C para Lugo e 26.2 °C para A Coruña (a mínima de España). Os efectos sobre a poboación do cambio climático non son fáciles de predicir, porén, se se colle como exemplo a cidade de Lisboa, que ten unha “temperatura de disparo” de 33.5 °C, comprendida polo tanto entre a de Ourense e Pontevedra, pódese observar como o paso desta temperatura máxima diaria a outra 5 °C máis alta, como predí o PRODES para un horizonte B2, suporía o duplicar a taxa de mortalidade diaria desta cidade. Aínda que é certo que existe a posibilidade dunha adaptación das poboacións sensibles a este quecemento progresivo do clima e que as medidas preventivas que se deberían tomar poden e deben atenuar fondamente estes riscos.

Outros efectos dun certo interese poderían ser os relativos ao gasto enerxético, que se ben debería diminuír polo aforro de calefacción nos invernos, incrementaríase polo uso do aire acondicionado polos veráns (gasto que na actualidade é case equivalente en España ao derivado da calefacción). Unha gráfica extraordinariamenete relevante (Figura 4) dos efectos do quecemento do clima dos últimos trinta anos en España sobre estes consumos enerxéticos é a que relaciona os graos-día de calefacción (temperatura por debaixo dos 18 °C) e os graos-día de refrixeración (temperatura por enriba dos 18 °C). Pódese observar a tendencia claramente inversa destes dous parámetros e a converxencia para o 2010 cara a que evolucionan, o que nos viría a indicar unha certa estabilidade dos gastos enerxéticos de acondicionamento térmico, a pesar do cambio climático.



**Figura 4. Evolución para España no período 1970-2002 dos graos-días de necesidades de calefacción (CDD) e de necesidades de refrixeración (HDD).**

Até aquí os efectos máis sinalados do cambio climático que poderían ter unha connotación negativa sobre a poboación. Pero tamén pode haber outros que teñan, en cambio para Galicia, unha certa valoración positiva, como acontece cos efectos agardados sobre as granxas de aves que cada vez vanse facer máis inviables polo exceso de calor nas zonas centrais e meridionais da península, ficando só o norte e noroeste como zonas refuxio para este tipo de actividades que en teoría deberían concentrarse progresivamente nelas. O sector turístico, se no próximo século segue a primar o turismo de sol, debería verse favorecido tamén por un incremento das temperaturas medias e dos días soleados e, mesmo, como xa se ten sinalado, poderíamos beneficiar, na primeira metade do século, dun incremento relativo das producións agrarias e forestais menos sensibles ás secas.

En calquera caso, o cambio de clima xa o temos aí, e os seus efectos con maior ou menor grao de certeza, tamén os podemos ir desvelando. Prevenir e amortecer estes efectos en boa parte está nas nosas mans, e non existe a menor dubida de que os países do mundo desenvolvido, como é o caso de Galicia, teñen recursos abondos para facerlle fronte. Outra cousa son os países do sur, cara aos que habería que extremar a nosa

solidariedade, comezando , como parece lóxico, por evitar, se aínda se está a tempo, de que o quecemento do clima acade as previsións que todos os modelos lle sinalan.

## ENTRETEXTOS

*O previsible cambio climático e os seus efectos derivados é un proceso estocástico (é dicir, probabilístico)*

*A diminución prevista dos recursos hídricos dun 30-35% faríase sentir, sobre todo, nos abastecementos de augas e naquelas producións moi dependentes da auga como son os prados*

*Os ecotonos máis sensibles, como son aqueles determinados por enclaves xeolóxicos singulares ou condicións climáticas extremas, chegarían mesmo a desaparecer da xeografía galega*

*Nos ecosistemas mariños a influencia do quecemento vai notarse sobre todo nas comunidades bentónicas, nas que habitan os fondos*

*Habería unhas perdas entre o 20 e o 30% de materia orgánica nos solos, o que conlevaría un incremento da sensibilidade á erosión e unha perda xeneralizada das condicións produtivas*

*O efecto fertilizante da atmosfera incrementaría a produtividade forestal, cando menos até a metade do século. En 2050, a única zona emisora de carbono sería a extrema sureste, mais no 2080 xa o sería o 30 % do país*

*Os factores que inflúen sobre os riscos dos incendios forestais vanse incrementar*

*O sector turístico, se segue a primar o turismo de sol, debería verse favorecido por un incremento das temperaturas medias e dos días soleados. Na primeira metade do século, poderían aumentar as producións agrarias e forestais menos sensibles ás secas*

*O cambio de clima xa o temos aí, e os seus efectos con maior ou menor grao de certeza, tamén os podemos ir desvelando*