4 Congrés d'Economia i Empresa de Catalunya 2025
Cap a una economia més digital i sostenible

EIX9 | Sostenibilitat medioambiental

Col·legi d'Economistes de Catalunya
Al servei dels professionals de l'economia i de l'empresa

Problemes globals demanen esforços globals

Joan Grimalt
Institut de Diagnosi Ambiental i Estudis de l'Aigua (IDAEA-CSIC)

1. Els humans i l'energia

Els humans (i tots els éssers vius) existeixen gràcies als ecosistemes que els sustenten. Encara que visquem en una ciutat i no anem mai al camp, igualment beurem l'aigua que ens proporcionen els ecosistemes, respirarem l'aire que aquests ens envien i menjarem els productes que s'hi generen. Existim i ens mantenim vius perquè hi ha ecosistemes al planeta que ens hi permeten viure. Per exemple, si volguéssim anar a viure a la lluna, el problema principal no seria anar-hi, ja s'ha demostrat que es pot fer, sinó crear allà un ecosistema que ens hi permetés viure un temps raonable. Avui per avui només coneixem un planeta on hi ha ecosistemes que permeten la vida dels humans, la nostra Terra. De fet, els humans són un producte d'aquests ecosistemes, ells són els que ens han creat.

Som fills dels ecosistemes del planeta terra però els humans tenim unes característiques que no té cap altre ésser viu. Sabem generar energia per mecanismes que no són els estrictament relacionats amb el nostre metabolisme. Els homínids ja fa molts d'any, més de 500.000, van aprendre a fer foc. Quan parlem d'homínids es tracta d'espècies del gènere *Homo* anteriors a la nostra, *Homo sapiens*. Doncs ancestres del gènere *Homo* van aprendre a fer foc, és a dir transformar l'energia química acumulada en la llenya en calor. Aquest invent tingué una importància fonamental perquè permeté gastar molta més energia que la disponible a partir de l'esforç físic de cada individu. No hi ha cap altre espècie animal sobre la terra que sàpiga fer foc. Aquesta possibilitat fou una avantatja fonamental pel progrés de les espècies del gènere *Homo*. No és objectiu d'aquesta presentació esmentar totes les avantatges que comportà saber fer foc, deixem-ho en què obrí una porta a poder gastar molta energia.

Posteriorment, els humans, aquests si, els de la nostra espècie, *H. Sàpiens*, aprengueren a aprofitar l'energia del sol per generar els productes que ens alimenten, és a dir l'agricultura. Aquest invent fou molt més recent, fa uns 10.000 anys. Aquesta forma nova de l'ús de l'energia permeté generar els elements necessaris per a l'alimentació de forma estable i "segura". La supervivència ja no depenia d'un nomadisme forçat per la necessitat de trobar els recursos necessaris per alimentar grups petits d'humans tot canviant d'una zona a altra sinó que permeté l'establiment de nuclis de població estables. L'energia solar és ordenada. Es pot transformar en les formes d'energia química que es vulgui (productes vegetals, llet, carn, etc) només que es prepari l'entorn adequat per fer-ho. És a dir els camps de conreu. L'invent de l'agricultura comportà la transformació de

molts ecosistemes terrestres, els boscos, en camps de conreu per obtenir els productes bàsics: blat (Egipte i Mesopotàmia), arròs (India i Xina) i blat de moro (Amèrica). El desenvolupament de l'agricultura ha transformat la major part de la superfície terrestre, com ja sabem.

I finalment vam aprendre a utilitzar les màquines perquè fessin feina per nosaltres. Això va suposar una nova aplicació energètica fonamental perquè representava treure un procés ordenat (treball) a partir d'una energia desordenada (calor). Aquest invent es produí fa uns 170 anys i és el que va donar lloc a la revolució industrial. Les màquines tenen un peatge. Només utilitzen per fer treball una porció de l'energia que reben, usualment un 30% com a molt, la resta es perd al medi ambient. Un cotxe de gasolina, per exemple, només utilitza un 25% de la gasolina que porta en moure el cotxe cap on vol el conductor. La resta es perd en calor pels fums emesos pel tub d'escapament i escalfament del motor, que s'ha de refrigerar. Les màquines, totes, gasten molta més energia que no treball produeixen. Però per l'usuari això no és problema, quan s'acaba la gasolina se n'hi posa més i prou. Aquesta necessitat no és per què les màquines funcionin malament. És perquè han de complir amb els principis de la termodinàmica. Si la màquina no funciona bé, els rendiments encara són molt més baixos que els esmentats anteriorment.

La revolució industrial va demanar un salt energètic molt més alt degut al rendiment energètic baix de les màquines. Va tenir un gran èxit però aviat fou clar que calia molta energia. La fusta dels boscos no era suficient. Per això es començà a utilitzar el carbó. Abans d'aquest període, la mineria estava centrada en obtenir metalls i fer aliatges com l'acer però no en treure carbó per cremar, excepte en alguns casos excepcionals. Això es començà a fer en el segle XIX amb la revolució industrial per cobrir la demanda d'energia. Més tard, a l'inici del segle XX començà la mineria del petroli i posteriorment, cap als anys 1970-80 la mineria del gas natural.

Una altra font d'energia és la nuclear, en aquest cas per generar electricitat. El mecanisme és semblant al d'una central tèrmica convencional. La descomposició dels àtoms, usualment isòtops d'urani i de vegades de plutoni, genera calor i aquesta s'utilitza per escalfar vapor d'aigua, o de vegades CO_2, i el gas escalfat passa per una turbina que genera l'electricitat. Actualment, devers el 10% de l'energia total que utilitza la humanitat es genera per aquest sistema.

Tant els combustibles fòssils com els àtoms utilitzats per generar energia nuclear són elements que es troben en el subsol. La seva utilització amb finalitats energètiques suposa un esgotament a la llarga del material utilitzat. Altres sistemes de generació d'energia són els basats en fonts renovables. Tal com indica el seu nom es tracta de recursos que en, utilitzar-los, les condicions naturals del planeta els tornen a reposar. Aquests són, fonamentalment, els que generen energia a partir de la radiació solar, eòlica, hidràulica i geotèrmica. Actualment, representen devers el 5-7% de la producció energètica de la humanitat.

Els èxits de la revolució industrial són evidents. Molts humans enlloc de treballar com a "animals intel·ligents", fent tasques rutinàries i pesants, pogueren fer feines de molt més valor intel·lectual. Amb la revolució industrial es posen les bases modernes del desenvolupament de la física, la química, la medicina, la geologia i altres disciplines. La tecnologia desenvolupà el motor de vapor, el d'explosió, els reactors, l'energia nuclear, els avions, la conquesta de l'espai, etc.

La capacitat de gastar molta energia és la clau que ha permès que els humans s'hagin desenvolupat molt més enllà del que els hauria correspost pel lloc que ocupaven de forma natural en els ecosistemes. A nivell de la medicina el progrés també és espectacular, es descobreixen les vacunes, els antibiòtics, s'estableixen normes sanitàries per la gestió de les aigües, amb el que millora enormement la salut de les persones. La seva esperança de vida s'allarga notablement, passa d'uns 30 anys a devers 80 anys en els països europeus. Aquestes millores donen lloc a una gran explosió demogràfica. El creixement ha estat espectacular. En temps del naixement de Jesucrist el nombre total d'habitants a tot el món era d'uns 170 milions. Abans que això, fa uns 7000 anys era de 5 milions. Actualment, 2023, som més de 8000 milions. Aquest creixement s'ha d'entendre com un fenomen natural. Totes les espècies malden per reproduir-se tant com poden. Les disponibilitats de recursos en els ecosistemes i les relacions predador-presa limiten el nombre d'individus que es troben en un ecosistema o altre. La pulsió dels humans és la mateixa i el seu creixement va estar limitat quan els recursos eren limitats. En la situació actual d'haver vençut les limitacions energètiques dels ecosistemes (i les associades als materials), les limitacions al creixement d'aquesta espècie són petites.

L'esdeveniment de la revolució industrial va suposar la transformació d'encara més ecosistemes. Per una banda, per la creació de grans polígons industrials, instal·lacions mineres d'extracció dels combustibles fòssils, etc. També cal esmentar el gran creixement de les ciutats. Actualment hi ha més persones que viuen a ciutats que al camp.

A nivell de transport, la revolució industrial potencià de manera significativa les possibilitats de transport terrestre amb els cotxes i camions i també el marítim. Ara bé, la transformació més important relacionada amb aquest període prové d'un nou sistema de transport: l'aviació. Amb aquest es generà el turisme com un hàbit social disponible per a moltes persones i en conseqüència la transformació addicionals de molts d'espais que des del punt de vista agrícola no eren molt productius, per exemple les costes, però que es podien aprofitar pel lleure. La construcció massiva d'hotels, apartaments i altres edificis a les zones costeres és un resultat de les facilitats proporcionades pel transport aeri. Ara moltes persones no poden imaginar fer vacances a casa seva, cal marxar a algun altre lloc. Abans de la revolució industrial només un percentatge insignificant de persones canviaven de vivenda en el període de vacances i usualment per anar a localitats properes al seu lloc de residència. Aquest canvi d'hàbits ha suposat, en molts de casos, l'eliminació dels ecosistemes dunars i costaners per convertir-los en urbans.

L'augment de població va acompanyat d'un gran increment de consum energètic per càpita. A la Taula 1 es mostra quin és el consum per càpita corresponent a diferents tipus socials d'humans característics de diferents èpoques.

Taula 1. Consum energètic diari mitjà de diferents tipus socials d'humans

Tipus d'humà	Consum per càpita (Kjoules/dia)
Tecnològic	960000
Industrial	310000
Pagès actual	100000
Pagès primitiu	46000
Caçador	12500
Primitiu	4200

Com es pot veure, l'individu tecnològic gasta 230 vegades més energia diàriament que el primitiu. Un pagès actual també gasta més que el seu equivalent primitiu perquè utilitza maquinària, adobs i pesticides i tot això demana un consum energètic per transport i fabricació. L'agricultura també es transformà com a conseqüència de la revolució industrial. El canvi principal fou el generat a partir de la síntesi d'un compost essencial, l'amoníac. Aquest s'obté mitjançant la síntesi de Haber-Bosch on el nitrogen N_2 i l'hidrogen es combinen per fer amoníac.

Aquesta molècula és un element que permet obtenir nitrats, un nutrient essencial de la terra. L'obtenció de collites en les mateixes parcel·les de terra any rere any acaba disminuint el rendiment dels productes obtinguts perquè s'esgota el nitrogen, el fòsfor i el potassi. Aquests són elements que es troben en quantitats petites a la terra però que sense ells no poden créixer les plantes. Per aquesta raó de vegades es deixen terrenys en guaret. La possibilitat de síntesi d'amoniac a partir del nitrogen de l'aire permeté obtenir una quantitat inacabable d'aquest compost i, mitjançant altres reaccions, de nitrats, que després aprofiten les plantes. Això augmentà enormement la capacitat de producció de la terra per a obtenir els productes que necessiten els humans. Sense la síntesi de Haber-Bosch és molt difícil que l'agricultura mundial hagués estat capaç de produir aliments per permetre el creixement poblacional abans esmentat. Aquesta millora suposà una transformació addicional dels ecosistemes terrestres destinats a la producció agrícola, tot allunyant-los encara més de les condicions naturals originals.

Una altra de les diferències principals resultants de la revolució industrial és la intensitat d'ús de mètodes de transport (carretera, tren, marítim i aviació). La revolució industrial comportà, per tant, la necessitat de gastar molta més energia que en l'època agrícola. Més enllà del creixement poblacional, aquesta despesa d'energia intensiva ha comportat, per a una part significativa de persones, un millor nivell de vida i possibilitats d'activitat diverses molt per sobre del que era habitual en èpoques anteriors. Al marge de les millors condicions de salut i esperança de vida, la mobilitat de les persones és enormement més gran que no era en el passat.

2. Quin és el problema?

El problema és que devers el 83% o més de l'energia que gastem prové de cremar coses, sobretot carbó, petroli i gas natural. Aquestes fonts d'energia provenen de recursos naturals enterrats en el subsol que els humans traiem a la superfície i els cremem. Tota combustió comporta l'emissió de CO_2. Aquest gas en part és dissol en l'aigua de mar, les plantes i les algues l'aprofiten per fer la fotosíntesi però hi ha un romanent que s'acumula a l'atmosfera.

La concentració de CO_2 a l'atmosfera puja cada any. Tal com s'ha mesurat en zones remotes (Illes Hawaii, Antàrtida, Illes Canàries, Irlanda), la velocitat d'augment actual (2.3 parts per milió – ppm- per any) és més alta que fa 50 anys (1.3 ppm per any). No hi ha hagut cap conveni internacional, Kioto, Paris, etc, que hagi pogut ni tan sols d'esmorteir l'increment. A l'inici del 2024 tenim una concentració de CO_2 força més alta, 419 ppm, que el nivell més alt natural abans de la influència humana, 280 ppm. Aquesta diferència de 139 ppm és superior a l'increment mitjà que ha anat experimentant el planeta en passar d'època glacial a interglacial: 90 ppm.

La conseqüència immediata de la pujada de CO_2 és l'augment de la capacitat d'absorció de

radiació infraroja a l'atmosfera. El sol ens envia fonamentalment rajos ultraviolats i visibles, i el planeta els absorbeix i re-emet en forma de radiació infraroja. Diversos gasos de l'atmosfera (essencialment aigua i CO_2) absorbeixen la radiació infraroja però són transparents a la visible i ultraviolada. Per tant, com més alta és la concentració d'aquests gasos a l'atmosfera, més fort és l'escalfament d'aquesta. Aquest efecte hivernacle, és un fenomen natural. Si no hi fos tot el planeta estaria congelat a -20ºC. Malgrat això, un excés de CO_2 per sobre del que hi havia abans de la influència humana fa que hi hagi major retenció de calor i per tant un augment de temperatura.

En el passat llunyà (més de 5.000.000 anys enrere), hi ha hagut èpoques en què el CO_2 era molt més alt degut a fenòmens naturals. La composició de l'atmosfera de la terra ha anat variant al llarg dels temps, així com ha variat també la situació dels continents i molts altres factors. Si anem enrere en la història de la terra trobarem èpoques en què no hi podia haver animals perquè a l'atmosfera no hi havia O_2. Però quan parlem del nostre planeta ens hem de plantejar en quines condicions ambientals va aparèixer l'*Homo sapiens*, nosaltres. Aquest és molt recent en termes geològics, 200.000 o 300.000 anys enrere. El nostres planeta, en els darrers 3.000.000 d'anys ha tingut unes condicions definides pel tancament de la connexió entre els Oceans Pacífic i Atlàntic en aixecar-se l'Istme de Panamà per moviments de plaques tectòniques. Des d'aquest moment, s'han establert uns corrents oceànics que comporten uns corrents d'aigua salada i calenta que surten del Golf de Mèxic i van cap a Europa i l'escalfen. Al mateix temps, quan aquesta aigua arriba a la zona al voltant d'Islàndia i la Península Escandinava, es refreda i s'enfonsa, i genera l'aigua més densa dels oceans, que es distribueix pel fons cap a l'Antàrtida. Aquest règim oceànic defineix el status quo climàtic del planeta. Des de l'inici dels primers individus *H. Sapiens* les condicions climàtiques en què aquests han viscut són aquestes. En èpoques anteriors era diferent però és com si parléssim d'altres planetes.

L'estudi de la composició dels gasos d'efecte hivernacle atrapats en els gels de l'Antàrtida ha permès reconstruir quina va ésser la variació natural de CO_2 en els darrers 800.000 anys. Les concentracions varien de forma natural en cicles d'uns 100.000 anys que oscil·len entre uns 190 ppm i 280 ppm que corresponen a màxims glacials (èpoques fredes) i interglacials (èpoques calentes), respectivament. És de suposar que les concentracions de CO_2 canviaren en aquest marge durant tot el període Pleistocè (darrers 2.000.000 anys). Com s'ha dit abans, la concentració actual d'aquest gas d'efecte hivernacle és de 419 ppm i pujant. L'acció humana del període industrial ha tret el nivell d'aquest gas d'escala. S'atribueix al CO_2, el 55% de l'efecte hivernacle global degut a l'acció humana.

Altres gasos també tenen un efecte hivernacle. Uns d'aquests són els clorofluorometans, anomenats popularment freons. Aquests gasos són molt estables i es produïren per a usos en refrigerants en les neveres, aires condicionats, etc, i també com a propel·lents en els esprais. Es descobrí que aquests gasos feien mal bé la capa d'ozó (O_3) de l'estratosfera, sobretot a l'Antàrtida, i es prohibiren. Actualment, el seu ús i producció és pràcticament nul perquè la prohibició s'ha fet efectiva arreu del món. Malgrat això, la seva estabilitat fa que es trobin arreu a l'atmosfera. El seu efecte sobre l'escalfament global es considera del 24%.

Un altre gas d'efecte hivernacle és el metà (CH_4), al que s'atribueix una influència del 15%.

Els estudis de les concentracions d'aquest gas als gels de l'Antàrtida han mostrat una variació entre 300 i 800 parts per mil milions -ppb- també corresponents a màxims glacials (èpoques fredes) i interglacials (èpoques calentes), respectivament. En l'època actual, aquest gas es troba en concentracions de 1850 ppb com a conseqüència de l'extensió de les pràctiques agrícoles, sobretot arrossars i altres cultius per inundació.

Finalment, un altre gas d'efecte hivernacle és l'òxid nitrós (N_2O) al que s'atribueix un 6% de l'efecte. Aquest en els gels de l'Antàrtida ha mostrat una variació entre 200 i 280 ppb també a màxims glacials i interglacials, respectivament, i actualment es troba a 330 ppb, com a conseqüència de les pràctiques agrícoles.

Un altre aspecte que cal tenir en compte és el de la velocitat de l'escalfament. El pas de 190 ppp a 280 ppm de CO_2 associat al canvi d'època glacial a interglacial va trigar uns 6000 anys. Actualment, l'increment de CO_2 associat al consum energètic de l'època industrial, des de 280 ppm a 419 ppm (a l'inici del 2024), s'ha produït en uns 150 anys, aproximadament. Això vol dir que l'increment de CO_2 de l'època actual ha estat unes 62 vegades més ràpid que el natural. Això com a mitjana de tot el període industrial. Si ens fixem en la velocitat d'increment actual del CO_2, 2.3 ppm/any, aleshores aquest està augmentant 150 vegades més ràpidament. Aquestes velocitats posen en dubte que l'increment d'aquest gas d'efecte hivernacle, a més del seu valor tan alt, s'estigui fent en condicions que no comportin desequilibris entre diferents compartiments ambientals, fonamentalment aire-terra i aire-oceans.

3. S'està escalfant la Terra com a conseqüència de l'acció humana?

L'estudi de les mesures mitjanes de temperatura global de terra i mar fetes en el període industrial, on hi ha hagut sistemes de mesura regulars, mostra una mitjana anual d'escalfament de l'ordre de 1.5ºC respecte al període pre-industrial. Aquesta informació es pot trobar disponible en les bases de dades de la National Oceanic and Atmospheric Administration dels Estats Units (NOAA) i també de Copernicus (Programa de la Unió Europea d'Observació de la Terra). Els resultats publicats per ambdues agències de manera independent coincideixen a mostrar que d'acord amb la mitjana de temperatures del 2024, aquest va ésser l'any més càlid dels enregistrats, en el que el diferencial respecte al període pre-industrial ha estat els 1.5ºC esmentats anteriorment.

Els augments de temperatura segueixen una dinàmica diferent a la dels increments del CO_2, mentre aquests mostren una línia de tendència regular d'increment any en any i a més una progressiva acceleració al llarg dels anys, els augments de temperatura van en una dinàmica de dents de serra perquè a més de l'efecte d'escalfament per l'efecte hivernacle intervenen altres factors que també influeixen en la temperatura global del planeta. No obstant, si es considera el registre de temperatures en mitjanes de 5-10 anys mostra un augment clar i constant. En aquest sentit, tal com s'ha esmentat anteriorment, l'any 2024 fou un any de diferencial màxim de temperatures entre el període pre-industrial i l'actual.

Aquestes dades són molt importants perquè marquen una tendència global. Potser cal considerar-les en el context de les variacions naturals de les condicions climàtiques del nostre planeta. Certament, el planeta ha experimentat

canvis de clima naturals per factors astronòmics com són les variacions orbitals al voltant del sol i de la inclinació de l'eix de rotació. Ja els anys 1930 un matemàtic serbi, Milutin Milankovitch, va teoritzar matemàticament que els cicles glacials i interglacials observats en els registres geològics es devien a la influència de tres aspectes com:

a) la variació de l'excentricitat de l'òrbita elíptica de la terra al voltant del sol, que tenia cicles de 400.000 i 100.000 anys, aproximadament. Aquesta variació provenia de la influència gravitatòria dels altres planetes, sobretot de Júpiter. Aquests canvis fan que la variació d'energia provinent del sol que rep el nostre planeta sigui diferent, entre altres aspectes influeixen en la distància entre la terra i el sol.

b) la variació de la inclinació de l'eix de rotació de la terra respecte a la vertical del pla del moviment de translació. La terra gira sobre ella mateixa respecte a un eix inclinat respecte a l'esmentada vertical per influència gravitatòria de la lluna. Aquest fet és el que genera que hi hagi diferències climàtiques entre les estacions de l'any. La inclinació de l'eix, emperò, no és constant i de vegades està més inclinat o més dret. Aquesta variació té períodes de 41.000 anys. Quan la inclinació és més gran les diferències estacionals són molt més marcades, i viceversa.

c) La precessió dels equinoccis. Com a conseqüència de l'estacionalitat del clima i de l'excentricitat el·líptica, no sempre és estiu o hivern quan la terra està més a prop o enfora del sol. Això influeix en les diferències estacionals en períodes de l'ordre de 21.000 anys. Per exemple, actualment, el dia que la Terra es troba més a prop del sol és el 3 de Gener (periheli) i quan està més enfora és el 3 de Juliol (afeli). Aquesta circumstància fa que les estacions de l'any siguin més suaus a l'hemisferi nord que al sud. Quan es hivern a l'hemisferi nord estem més a prop del sol i quan es estiu, més enfora, amb el que hi ha un cert efecte d'esmorteïment de les diferències estacionals. En canvi, a l'hemisferi sud les seves diferències estacionals es reforcen amb la distància Terra-sol. Aquesta situació canviarà, òbviament, d'ací a 11.500 anys, en què serà just al contrari.

Aquest model matemàtic es confirmà els anys 1950-1960 amb mesures experimentals dels isòtops d'oxigen en els esquelets dels foraminífers dels sediments marins. Això fou possible perquè es pogué disposar de l'espectròmetre de masses, un mètode d'anàlisi instrumental que permetia analitzar els isòtops en mostres petites. La composició d'aquests isòtops es correlacionà amb el volum de gel que hi havia a l'hemisferi nord en les èpoques glacials i interglacials. Actualment, les variacions d'aquests isòtops han esdevingut un element essencial per poder datar les seccions dels testimonis sedimentaris marins.

La combinació de la influència d'aquests cicles, que incideixen en la quantitat d'energia solar que rep la terra i en com es reparteix pel planeta, determina el clima i ha fet que aproximadament cada 110.000 anys el planeta hagi passat per cicles interglacial-glacial recurrents. En conseqüència els nostres ancestres de l'espècie *H. sapiens*, que es troben a la terra des de fa uns 200.000-300.000 anys ja han hagut d'adaptar-se a sobreviure en aquests canvis. Saber fer foc segur que ajudà a sobreviure en les condicions d'època glacial a Europa. Si pensem en els ancestres d'altres espècies *Homo*, aquests també hagueren d'adaptar-se a aquestes condicions de temperatures baixes i, en alguns casos, les condicions foren més dures perquè encara no sabien fer foc. S'ha documentat que fa 1.100.000 anys desaparegueren

tots els individus del gènere *Homo* d'Europa degut a les condicions tan dures que hi havia. Europa es repoblà posteriorment.

En qualsevol cas, a nivell humà actual, aquests períodes de temps tan llargs posen de manifest que no tenen rellevància per l'estil de vida actual. Si pensem en els egipcis o els mesopotàmics, dues civilitzacions de les més antigues que coneixem, tenim que els seus inicis es troben fa 6.000 anys. Un interval de temps molt inferior a tot el que s'ha descrit en relació als cicles descrits anteriorment. De fet, els humans actuals hem gaudit d'un període climàtic molt estable que es diu Holocè, el darrer període interglacial, que ha durat 10.000 anys. Dins d'aquest període hi ha hagut variacions climàtiques, certament, que a nivell de les condicions ambientals han tingut importància humana i pels ecosistemes. Malgrat això, aquesta variabilitat no s'ha reflectit en canvis que es notin a nivell global. Això posa de manifest que aquests canvis globals representaren variacions substancials de les condicions climàtiques i que comportaren grans transformacions, com per exemple la substitució d'unes espècies vegetals per unes altres en els diferents paisatges.

En resum, l'escalfament actual generat per l'acció humana per emissió de gasos d'efecte hivernacle és un fenomen que no té explicació en relació als cicles naturals del canvi climàtic. A més a més, no té sentit esperar que el canvi climàtic natural compensi aquest efecte perquè la variació natural esdevé en intervals tan llargs que estan fora de qualsevol possibilitat de compensació. Per bé o per mal, haurem d'afrontar els problemes climàtics derivats de l'escalfament global en l'època històrica actual.

4. Problemes derivats de l'escalfament global

Com s'ha constatat experimentalment, l'augment dels gasos d'efecte hivernacle ha generat un escalfament global. No obstant, també cal tenir present que no s'ha observat en el passat recent del planeta (últims 800.000 anys i probablement molt més enrere) una situació en què les concentracions de CO_2 siguin tan altes com 419 ppm. És a dir, que quan de forma natural el CO_2 estava en un nivell alt perquè estàvem en època interglacial, 280 ppm, l'hem pujat globalment a 419 ppm. No tenim. per tant, un exemple en el món geològic recent de concentracions d'aquesta magnitud. Aquesta manca d'informació dificulta força les possibilitats de predicció de totes les implicacions possibles de les concentracions de CO_2 actuals. Estem fent un experiment amb el planeta i nosaltres hi som dedins. Això vol dir que molts d'aspectes de com evolucionarà el clima com a conseqüència d'aquesta situació nova ens són actualment desconeguts.

Malgrat aquestes incerteses, es poden esmentar alguns aspectes que ja són clars.

4.1 Escalfament de l'àrtic i pèrdua de neu acumulada en les muntanyes

Un aspecte constatat és l'escalfament preferencial de l'hemisferi nord, fonamentalment les zones àrtiques. Aquest fenomen comporta una disminució del gel marí que es veu progressivament afeblit, és a dir, que la seva extensió i gruix són progressivament menors. Hi ha hagut moments a l'estiu boreal en què el gel marí havia disminuït tant que permetia la navegació a través del pol nord. A més a més, el gel continental acumulat a Groenlàndia també ha disminuït, sobretot a les zones costaneres. Un dels efectes del canvi climàtic és la injecció d'aigua per sota

del gel, que lubrifica el contacte entre el gel i la terra on està dipositat i augmenta la velocitat de les glaceres i el transport subsegüent cap al mar. Encara que avui per avui és improbable que Groenlàndia perdi tot el gel, cal esmentar que està documentat que en el període interglacial anterior aquesta illa enorme hi quedà. És a dir, que en un temps relativament proper a la nostra història, fa 110.000 anys, aquesta illa d'extensió tan gran com Europa, quedà sense gel. En aquest sentit, la situació és diferent a la de l'Antàrtida, que en els últims 3.000.000 d'anys continuà gelada. Tot i que avui per avui els models de canvi climàtic no inclouen un desgel de Groenlàndia, cal tenir present que si aquest es produís podria representar un increment del nivell del mar a nivell mundial de 7 m.

El problema principal de l'escalfament de l'hemisferi nord està relacionat amb la circulació termohalina atlàntica, això que en anglès es coneix com l'Atlàntic Meridional Overturning Circulation (AMOC). Des que es tancà la connexió entre els oceans Atlàntic i Pacífic que hi havia per la zona de Panamà, canvià el règim de corrents marins i s'establí aquest sistema que defineix de forma important el clima a la terra i sobretot el de l'hemisferi nord. A la zona del Carib s'evapora una quantitat important d'aigua de mar i es genera aigua més calenta i salada que la general de l'Atlàntic. Aquesta aigua, per efecte dels moviments de rotació de la terra i la distribució dels continents, es transporta cap al nord i arriba fins a la zona d'Escandinàvia i més al nord d'Islàndia. Allà escalfa de manera important les zones continentals europees i es refreda. En refredar-se, esdevé l'aigua més densa dels oceans, encara manté bona part de la salinitat més alta, i s'enfonsa fins al fons de l'Atlàntic, des d'on circula pel fons cap a l'Antàrtida i d'allà es distribueix pels altres oceans. Aquest corrent té uns 16 Sv (Svendrups) que equival a 16 milions de m^3/s. Aquest cabal és molt superior al de tots els rius del món, 2 Sv, i és pràcticament equivalent a tota la precipitació mundial, tot incloent pluja i neu.

Aquest cicle fa que el clima d'Europa sigui força més càlid que el d'Amèrica del Nord, que es troba a la mateixa latitud. La Península Escandinava és força més habitable que els seus equivalents de Groenlàndia. L'efecte arriba fins a la Península Ibèrica, que té la mateixa latitud que Nova York i un clima molt més benigne que aquesta.

Aquest mecanisme és el que defineix el clima del planeta en el nostre període actual (interglacial). Quan el planeta evolucionà a un període glacial aquest mecanisme no funcionava, els corrents d'aigua que sortien del Carib seguien una trajectòria en direcció est enlloc de nord-est i no hi havia l'efecte d'escalfament d'Escandinàvia i Europa. De fet, la generació d'una època glacial o interglacial depèn de què funcioni o no la Circulació Termohalina Atlàntica. Quan funciona tenim el sistema climàtic interglacial i quan no funciona el sistema climàtic glacial. Un dels aspectes de recerca principal en paleoclimes es refereix a conèixer com les variacions orbitals abans esmentades influeixen en l'establiment o l'aturada d'aquesta circulació.

La circulació Atlàntica termohalina té dos punts principals d'impulsió, l'evaporació d'aigua en el Carib i l'enfonsament d'aigua a la zona nord entre Escandinàvia i Islàndia. En les condicions climàtiques actuals, el mecanisme del Carib es veu reforçat en augmentar la temperatura i, per tant, l'evaporació de l'aigua. Contràriament, el de les zones àrtiques es veu afeblit perquè la disminució de salinitat derivada de la fusió del gel marí (conté menys sal que l'aigua de mar d'on prové) i de l'aigua continental (és aigua dolça acumulada amb la neu) disminueixen

la densitat de l'aigua en la zona marina propera. Aleshores, una densitat més baixa ha de tendir a debilitar la intensitat de la circulació. De fet, el procés d'enfonsament d'aigua Atlàntica és estacional, funciona en els mesos freds i s'atura en els mesos calents en què la densitat de l'aigua disminueix.

L'acumulació de més aigua dolça a les zones àrtiques pot disminuir el cabal de la circulació Atlántica termohalina. Actualment no es contempla la possibilitat de què per l'efecte de l'escalfament global es pugui interrompre aquest flux. Malgrat això, cal tenir present que una disminució de la circulació termohalina suposa un transport de calor aquàtic menor entre les zones tropicals i les polars, que és de l'ordre del 15% de total. Aquesta calor que no va per via marítima s'ha de transportar igualment perquè el diferencial de temperatura entre les zones tropicals i àrtiques no varia, depèn de la insolació planetària. Per tant, hi haurà més transport de calor per via atmosfèrica. Hi ha una gran diferència entre el transport per una via o altra. L'aigua pot transportar quantitats de calor importants sense variar gaire la seva estructura, però l'aire no. Per tant, els increments de transport de calor per via atmosfèrica generen més fenòmens meteorològics bruscos, vents més forts, distribucions més irregulars de les pluges i de la humitat, etc.

Un altre efecte de l'escalfament i la coberta de gel és el que afecta a les muntanyes. Si es representen les zones amb gel de les cadenes de muntanyes veurem que hi ha una relació amb la latitud. Les situades a latitud baixa, prop de l'equador, tenen neu acumulada a zones molt altes i a mesura que ens acostem cap als pols, augmenta la latitud, hi ha neu permanent en zones més baixes. En relació a aquest fenomen, les zones de muntanya de latitud intermèdia, per exemple de la Península Ibèrica (Pirineus i Sistema Penibètic) es troben en una cruïlla. A mesura que s'escalfa més l'atmosfera van perdent zones de neu. Això es fa obvi en relació a la temporada d'esquí. Cada any hi ha més incertesa sobre quan podrà començar aquesta activitat. Els canons de neu han esdevingut imprescindibles per poder assegurar una continuïtat de la temporada. Aquests treballen quan la temperatura de la nit és igual o inferior a 0ºC. A mesura que augmenta l'escalfament disminueix la utilitat d'aquests sistemes. En general, moltes glaceres de muntanya han desaparegut, tant al Pirineu com als Alps i a molts altres llocs. La pèrdua de neu acumulada a les muntanyes és un dels fets més evidents associats al canvi climàtic.

A nivell planetari i de l'hemisferi nord, les variacions de la circulació Atlàntica termohalina són el fenomen que pot causar més efectes en relació a l'escalfament global.

4.2 Augment del nivell de la mar i canvis en els oceans

Les pèrdues de gel acumulat als continents (no de gel marí) tendeixen a augmentar la quantitat d'aigua als oceans i per tant de l'augment i per tant el nivell de l'aigua. A aquesta causa s'atribueix un 44% de l'increment observat. A més a més, l'escalfament general dels mars i oceans dilaten més l'aigua, aquesta augmenta de volum i per tant augmenta el nivell del mar. A aquesta causa s'atribueix el 42% de l'augment. Entre 1901 i 2018 l'augment del nivell de la mar ha estat, globalment de 15-25 cm. Aquesta variació començà a un ritme relativament lent, 2.3 mm/any des del 1970 però en els darrers temps s'accelerà, 4.62 mm/any. Aquests ritmes són molt alts en comparació als ocorreguts en èpoques geològiques. En les èpoques glacials el nivell mitjà de la mar arribà a ésser 120 m inferior a l'actual. Les prediccions actuals de fu-

tur són molt obertes, tot depèn de com avanci l'escalfament global, i preveuen un marge entre 0.3 m i fins a 1.6 m pel 2100. Aquest augment òbviament afectarà a les zones costeres i particularment a les zones de cota baixa com les platges. Cal esmentar que ja actualment, l'augment del nivell del mar fa que quan hi ha tempestes aquestes tinguin un impacte molt més fort sobre la costa. Em alguns casos s'han produït desviaments d'espigons i l'erosió i/o redistribució de la sorra de les platges es produeix de manera més intensa. Aquests fenòmens no són menors a països on el turisme i sobretot el turisme de platja representa una activitat econòmica important.

Una altra disfunció generada per l'increment de CO_2 a l'atmosfera és l'acidificació dels oceans. Una part d'aquest gas es dissol en aigua i n'incrementa l'acidesa. L'aigua de mar de l'època pre-industrial tenia un pH de 8.13 i ara ha canviat a 8.08. Aquest canvi de 0.1 en l'escala logarítmica representa un augment del 30% dels ions H^+. Pot semblar poc important però un augment d'aquest tipus fa que els organismes d'esquelet calcari, que fan closques de $CaCO_3$, tinguin més dificultats perquè l'equilibri de carbonats, CO_3^{2-}, de l'aigua tendeix a una concentració major de bicarbonat, CO_3H^-. A part dels organismes microscòpics, la solidesa dels coralls es pot veure afectada perquè es debiliten les estructures. Els coralls també es veuen afectats per l'escalfament de l'aigua perquè perden molts d'organismes simbiòtics i es tornen blancs.

A més dels efectes globals, també n'hi ha de locals, per exemple els que afecten els mars interiors com la Mediterrània.

4.3 La Mar Mediterrània: sequera i puges torrencials

Mediterrània vol dir mar entre terra i això dona a la nostra mar unes característiques molt especials. És un mar interior que només té una connexió important amb l'exterior per l'Estret de Gibraltar. De sempre ha estat una mar on l'evaporació de l'aigua ha estat més important que les precipitacions que hi cauen i de les descàrregues dels rius. Per tant, constitueix una conca de concentració, on les aigües són més salades i calentes que les dels mars i oceans que es troben a la mateixa latitud. Aquesta característica fa que per l'estret de Gibraltar entri contínuament aigua Atlàntica en superfície i surti aigua mediterrània (més salada i densa) pel fons. En aquestes condicions, la mar Mediterrània expulsa a l'Oceà Atlàntic els productes abocats a les seves costes, siguin nutrients o contaminants. Per aquesta raó, la mar Mediterrània té una productivitat baixa, el color blau i la gran transparència de moltes de les seves aigües és una característica d'aquesta productivitat baixa. La mar Mediterrània és bastant desèrtica en comparació a moltes altres masses d'aigua. Aquestes característiques també fan que la temperatura de les aigües Mediterrànies sigui més alta que la d'altres mars i que per tant aquesta massa d'aigua sigui un focus d'humitat a la zona.

L'increment de calor associat a l'augment de CO_2 ha augmentat aquestes característiques de forma important. Entre altres aspectes ha suposat un allargament important de la temporada d'estiu. Ara no es estrany que es pugui nadar a les seves platges fins a finals d'Octubre, un fet impensable fa uns 20 anys. L'augment de la temperatura de l'aigua i la durada d'aquest escalfament té els seus riscos. A la tardor, l'atmosfera comença a refredar-se, sobretot a partir de les capes altes. El contrast entre

refredaments a les capes altes i zones càlides més avall genera turbulències que en alguns casos es converteixen en episodis de pluges molt fortes. Si aquestes cauen dins del mar mateix l'efecte és petit però si cauen a l'interior de zones terrestres poden generat cabals molt grans d'aigua que l'orografia no pot eliminar sense desbordament. L'orografia de la zona mediterrània és un factor addicional d'augment de turbulència. La Mediterrània en bona part està rodejada de cadenes de muntanyes.

L'episodi que es va viure al País Valencià el 29 d'Octubre del 2024 és un exemple dramàtic d'aquests desbordaments, però no fou l'únic, abans ja n'hi havia hagut de manera recurrent, també al País Valencià, a les Illes Balears, a Catalunya i en altres indrets. El del 29 d'Octubre al sud de la ciutat de València fou impressionant tant pels cabals desembassats com, lamentablement, per la resposta negacionista del canvi climàtic que tingué el govern de la Generalitat Valenciana que augmentà de forma molt important el nombre de víctimes. Les persones no eren conscients del què els venia a sobre. Aquests episodis han estat recurrents en les zones mediterrànies, tal com reflecteixen el nombre de torrents que hi ha a moltes àrees de la costa. Lamentablement, amb el canvi climàtic poden esdevenir més intensos i freqüents. En aquest sentit, el concepte de resiliència és acientífic perquè al·ludeix a la probabilitat d'un fenomen. En aquest cas, les prediccions no poden respondre a una situació estable en què sigui coherent fer un càlcul estadístic sinó a una situació en què les condicions general són canviants, amb tendència cap a una major incidència de casos.

Juntament amb el risc de pluges molt intenses en intervals de temps molt curts, una altra característica de la Mediterrània és la manca de pluges, i per tant la sequera. Un exemple recent d'aquest fenomen ha estat la sequera del 2020 al 2024 (fins a l'Abril d'aquest any) que comportà una pèrdua molt important de l'aigua embassada a Catalunya. Els episodis de sequera han estat habituals a les zones Mediterrànies. Ja el 2005 hi havia una sèrie d'autors que a la revista Nature publicaren els resultats de 12 models climàtics i tots predeien davallades de l'ordre del 40% de precipitació de pluges a les zones mediterrànies cap al 2060. Potser l'acceleració de les emissions de CO_2 ha influït en que aquests canvis fossin observables en temps més curts. El fenomen de la sequera i la creixent demanda d'aigua per a usos turístics i el creixement de la població han fet que arreu dels Països Catalans s'instal·lessin plantes dessalinitzadores d'aigua. També a les costes de Múrcia, Andalusia, Itàlia, països del Nord d'Àfrica i altres països. En el passat hi ha hagut episodis de sequera, però l'orografia de les zones mediterrànies i la disminució del diferencial de temperatura entre terra i mar són dos dels fenòmens que expliquen les situacions de sequera associats al canvi climàtic.

Les plantes dessalinitzadores són una solució pels usos humans de l'aigua, però a nivell del camp i de les activitats agrícoles, la sequera i l'augment de temperatura aniran demanant progressivament la substitució d'unes espècies vegetals per altres. El registre de pol·len dels sediments lacustres i marins del passat il·lustra que la vegetació ha anat canviant d'espècies per adaptar-se en cada cas a les condicions ambientals predominants i això també serà un fenomen que s'observarà en el futur. El desequilibri entre espècies vegetals i condicions climàtiques, sobretot quan aquestes tendeixen a major sequera i temperatura, és un factor que augmenta les probabilitats d'incendis forestals.

4.4 Efectes sobre la salut humana

Molts dels aspectes que s'han esmentat tenen un impacte sobre la salut dels humans. De fet, cal deixar clar que l'escalfament global fonamentalment afecta als humans. La fauna i la vegetació ja han experimentat els canvis de pas d'època glacial a interglacial i viceversa i han sobreviscut tot canviant de lloc quan ha estat necessari. El risc major per la continuïtat d'aquestes espècies és l'acció humana, no els canvis climàtics. En el cas dels humans la situació és més complexa perquè els humans estem distribuïts amplament per la geografia del planeta i molts de llocs són molt sensibles als efectes directes o indirectes de l'escalfament.

No obstant, hi ha també efectes directes sobre la salut relacionats amb l'escalfament global que no es poden obviar. Un d'ells és el simple augment de temperatura. Aquest pot ésser important o no tot depenent del diferencial respecte a la temperatura del lloc on viuen les persones. Cada grup humà està acostumat a viure en el clima habitual del seu lloc de residència, el problema esdevé quan hi ha una desviació respecte a aquest clima.

En aquest sentit, els increments de calor són més mortífers que els refredaments. Els primers generen una mortalitat que es diu "en collita" que afecta al grup de persones de salut més delicada. Els refredaments forts també generen mortalitat però de manera més allargada en el temps. Un cas greu documentat dels efectes d'una onada de calor a Europa fou el de l'estiu del 2003 (Taula 2).

Taula 2. Excessos de mortalitat produïts per una onada de calor a Europa el 2023

	Excés de Mortalitat	Interval de temps
França	14800	1-20 Agost 2003
Itàlia	4175	15 Juliol-15 Agost 2003
Espanya	6000	Juliol-Agost 2003
Regne Unit	2045	4-13 Agost 2003
Portugal	1316	31 Juliol-12 Agost 2003
Europa	22000-45000	Dues setmanes agost 2023

Aquell estiu hi hagué una onada de calor important que creà un fort augment de mortalitat a França i a Europa. Cal tenir present que França, per exemple, disposa d'un bon nivell d'atenció sanitària i malgrat això l'impacte fou molt alt. Els efectes de salut a les onades de calor són, per ordre de importància, deshidratació, fallada renal aguda, diabetis, pneumònia, infart isquèmic, malalties respiratòries.

Una altra malaltia que s'ha extès i s'està extenent per culpa dels efectes de l'escalfament global és el dengue. Aquesta és causada per un virus que es transmet per mosquits del gènere *Aedes*, que s'estan estenent com a conseqüència de l'escalfament global. *A. aegypti* és l'espècie responsable principal de la transmissió de la malaltia a països com el Brasil o Tailàndia, també a Mèxic, Colòmbia, Veneçuela, Perú, Paraguai, la Índia i altres. A les zones Mediterrànies, el mosquit causant de la seva transmissió és l'*A. albopictus*, el mosquit tigre. A nivell de la Península Ibèrica

fins ara tots els casos estaven relacionats amb persones que havien viatjat a l'estranger. Fa uns mesos es van detectar a Tarragona els primers casos de contaminació local.

Existeixen 4 serotips del virus del dengue. Produeixen des d'infeccions asintomàtiques fins a quadres hemorràgics potencialment letals, aquests darrers afecten nens i adolescents. Actualent es produieixen uns 250.000-500.000 casos de formes greus per any (dengue hemorràgic i dengue-shock), amb mortalitat de l'1-5% (fins al 40% dels casos que no tenen tractament). Els casos de dengue més corrent són milions. Aquesta epidèmia s'estén molt en l'àmbit urbà, on es poden generar epidèmies explosives (fins al 70-80% de la població).

El dengue s'eliminà essencialment per l'extinció dels mosquits *Aedes* sp. per l´ús del DDT. Des dels anys 50 aquesta malaltia s'ha tornat a estendre en el sudest d'Àsia, en estendre's els vectors, i des dels anys 70 a Amèrica (fins i tot a 1700 m d'altura a Mèxic). El període d'incubació extrínsec en el mosquit és de 12 dies a 30ºC i 7 dies 32-35ºC. A 30ºC, un humà amb dengue ha d'infectar a 6 mosquits per a un cas secundari. A 32-35ºC només necessita infectar a 2 mosquits per a un mateix efecte. Es multiplica per 3 vegades la capacitat vectorial del mosquit.

Un altre vector que s'ha estès molt en relació a l'escalfament global són les paparres. A la major part de la Península Ibèrica l'espècie més estesa és la *Rhipicephalus sanguineus*, a la zona Cantàbrica la més abundant és la *Ixodes ricinus*. Amb l'escalfament global les paparres s'han estès molt per Europa, *I. ricinus* fonamentalment, i han arribat fins a Sibèria, concretament a Chukotka, la part més situada a l'est, on hi ha una gran preocupació perquè transmeten diverses encefalitis com les provocades per nairovirus, flavivirus i altres virus. Les paparres també transmeten diverses borreliosis causades per *Borrelia* spp, com, per exemple, *B. Hermsii o B. duttonii* i la febre botonosa causada per la *Rickettsia conorii.*

A nivell de la Península Ibèrica hi ha el perill de l'establiment d'espècies de paparres africanes, com la *Hyalomma marginatum,* que podrien transmetre malalties víriques típiques de zones tropicals. Les paparres tenen una gran capacitat de resistència a les condicions climàtiques. Els tres estadis del vector poden estar infectats i poden transmetre la infecció a les seves cries per via transovàrica (molt perillós). Poden sobreviure a temperatures de fins a -7ºC, tot recuperant l'activitat vital als 4-5ºC. Són molt sensibles a canvis de temperatura petits. Isotermes de 2ºC condicionen la transmissió a Àfrica del sud i est. La disminució de la humitat redueix la viabilitat dels ous.

Hi ha moltes més malalties que es poden transmetre potencialment com a conseqüència de l'escalfament global. En aquesta ponència no s'ha intentat ésser exhaustiu sinó descriure les que actualment ja s'estan estenent de forma important i són particularment preocupants a Europa. També s'han instal·lat a la Península Ibèrica i precisament a les zones mediterrànies, diversos insectes i bacteris que estan destruint espècies vegetals però no es descriuen en aquesta comunicació per simplicitat.

5. Situació actual global davant els riscos climàtics

El Panel Internacional sobre el Canvi Climàtic (IPCC) ha estat un organisme que ha sabut identificar les causes i molts problemes actuals o futurs relacionats amb el canvi climàtic. La seva activitat s'ha fet escoltar per part de molts dirigents mundials i per capes amples

de població que han estimulat els esforços per introduir mètodes de generació d'energia renovables. En bona mesura la feina que ha realitzat ha estat molta i de qualitat. Lamentablement, la seva activitat ha estat progressivament mediatitzada pels estats. En bona mesura els esforços per intentar disminuir l'emissió de gasos d'efecte hivernacle, no han obtingut resultats mesurables si es mira la concentració planetària global. Malgrat això, es pot considerar que sense els esforços i les indicacions d'aquest panell les concentracions de CO_2 potser encara haurien pujat més.

Cal dir emperò que les darreres reunions de l'IPCC han estat força decebedores. La reunió del 2023 a Dubai es feu en un estat que viu del petroli. Això no necessàriament hauria d'ésser un impediment perquè al capdavall si aquest país viu del petroli és perquè els altres països el compren. La culpa, per dir-ho en aquests termes, està repartida. El problema de fons és que aquest és un dels estats que ha fet més, o el que més, per crear infraestructures totalment artificials en l'entorn en què es troba, i n'ha fet bandera. Per tant, és un estat que malgasta molta energia i n'ha fet bandera. D'acord amb aquest criteri no sembla gaire exemplar fer una reunió de l'IPCC allà, discutir problemes generals i obviar que el lloc on es troben és un exemple de tot el que no cal fer.

La reunió del 2024 encara fou una decepció més grossa. Azerbaijan és un país on la meitat de l'economia es manté amb el petroli. Els últims anys (2021-2023) aquest país ha envaït territori Armeni i desplaçat la població que hi havia tot incomplint el dret internacional i els drets humans. Celebrar una reunió de l'IPCC en aquest país és un exemple del que es diu "green washing" pel nivell d'hipocresia que representa.

Al marge del descrèdit de les actuacions recents de l'IPCC, el problema principal que té la humanitat és que des del principi del nostre desenvolupament hem construït un sistema econòmic-social basat en la despesa de grans quantitats d'energia, i que cada passa endavant s'ha basat en gastar-ne encara més. Els esforços fets per augmentar l'ús de fonts d'energies renovables han quedat tapats per l'increment mundial de consum d'energia. Actualment, no es veu cap consens internacional per reconduir de manera significativa els consums i el sistemes de producció d'energia cap a alternatives que realment suposin una disminució de les emissions de CO_2. Aquesta manca de consens es veu també entre els dirigents dels països més desenvolupats i tecnològicament avançats. Els països europeus són potser els que plantegen el problema de manera més clara i fan més esforços. L'increment de consum d'energies renovables té també l'avantatge de què, en representar una generació local, permet més independència davant la necessitat de comprar energia de fonts externes.

En resum, és de preveure que la humanitat s'haurà d'anar adaptant als problemes i dificultats que s'aniran generant com a conseqüència de l'escalfament global. Aquests problemes no seran els mateixos en els diferents llocs del planeta.

En aquest context, la zona mediterrània té uns reptes clars com són les sequeres, els episodis de pluges torrencials i els canvis en les espècies vegetals, tant a nivell de boscos i espais naturals com a nivell agrícola. Aquests reptes són importants i cal abordar-los de manera directa. Lamentablement, hem pogut constatar com el menysteniment del problema del canvi climàtic, sigui per convicció o per frivolitat, el govern actual de la Comunitat Valenciana va multiplicar de manera considerable els efectes letals per les persones en un episodi climàtic de gran impacte.

Aquest episodi, s'anomeni gota freda o dana, s'ha anat produint de manera recurrent en els darrers anys, si bé no amb la intensitat que es produí en la zona sud de la ciutat de València el 29 d'octubre del 2024. S'havia observat abans al sud el País Valencià, els dies 10-14 de Setembre del 2019, al Baix Segura, com també a Mallorca, el 9 d'Octubre del 2018, a Sant Llorenç des Cardassar. Sorprenentment, una de les primeres mesures anunciades per l'administració actual de la Generalitat Valenciana fou l'eliminació, amb una certa befa, de la Unitat Valenciana d'Emergències creada per l'administració anterior amb motiu de l'experiència acumulada en el cas del Baix Segura. Independentment de les casuístiques particulars del que es feu o deixà de fer en el cas de la tràgica dana del 2024 és evident que el Govern Valencià va menystenir la importància climàtica del que tenia entre mans. En el passat, ja el president estatal d'aquest partit feu diverses declaracions humorístiques sobre el tema, al·ludint a les declaracions d'un cosí seu.

6. Què podem fer?

Els problemes relacionats amb el clima que hauran d'abordar les zones mediterrànies exigeixen que tots els dirigents polítics en funcions de govern considerin seriosament els problemes actuals i els que vindran en relació a l'escalfament global que, com s'ha explicat anteriorment, és inevitable.

L'escala dels temes a abordar és diversa, n'hi ha a curt termini i a llarg termini.

Curt termini:

6.1 Zones inundables

Òbviament, reparar els danys produïts en les zones afectades per la dana del 2024 a la zona sud de València.

A tots els Països Catalans, de fet, a totes les zones costeres peninsulars cal avaluar les edificacions que hi ha a les zones inundables i prendre les mesures de reparació o de prevenció que calgui. No cal determinar en aquesta ponència quines són aquestes zones perquè aquesta informació és força coneguda. Els mapes del Servei Cartogràfic de Catalunya ho il·lustren perfectament. Al País Valencià i a les Balears també són conegudes. El que cal és aturar qualsevol construcció addicional i estudiar quines obres de reparació fan falta. En el cas de la dana del 2024 a València és conegut que autopistes i algunes carreteres feren de dic i per tant pujaren el nivell de l'aigua en els nuclis urbans.

A nivell menor, però també important, cal una gestió correcta dels torrents, on no es permeti aparcar cotxes que després bloquegen el pas de l'aigua. A Cadaqués, el 8 de Novembre del 2024, hi hagué un episodi d'inundacions pels cabals forts que davallaren pel torrent ocupat per una trentena de cotxes.

L'avaluació dels problemes generats per la construcció en zones inundables ha de donar lloc a obres de reparació i adaptació davant possibles episodis de dana futurs, que seran més freqüents. Càlculs basats en possibilitats de recurrència no són acceptables. En la mesura que la Mediterrània s'escalfi més, les probabilitats de danes o fenòmens semblants són més altes.

6.2 Energia

Cal il·lustrar a la gent que és important adquirir hàbits que minimitzin el consum d'energia. Entre les possibilitats d'agafar avions o trens la despesa del tren sempre és menor. Caldria regular els vols en avions privats. Gasten mol-

tíssima més energia per passatger que els vols convencionals.

A nivell d'aires condicionats, cal tenir present que aquests sistemes gasten més que la calefacció en zones de clima mediterrani. Regular que l'aire condicionat no estigui ajustat massa baix suposa un estalvi energètic important. Els serveis d'aire condicionat centralitzat usualment gasten més que els individuals situats a diferents llocs de l'edifici, entre altres raons perquè cal introduir un percentatge d'aire exterior que cal climatitzar. Els edificis de parets de vidre tenen molts més problemes de climatització que els que tenen parets d'obra. En les condicions actuals no s'haurien d'autoritzar edificis de parets de vidre.

Durant els mesos freds, la instal·lació d'estufes en el carrer perquè la gent pugui estar a les terrasses és una despesa energètica inacceptable. Si fa fred el normal és que la gent faci consumicions a dins dels edificis. Els ajuntaments haurien de prohibir que hi hagi aquest tipus d'instal·lacions al carrer. Aquesta mesura que seria molt oportuna per anar conscienciant les persones sobre el problema climàtic.

Cal continuar en la implementació de les energies renovables. Aquest és un tema necessari tant per disminuir les emissions de CO_2 com per obtenir una millor independència energètica. La promoció de cotxes elèctrics és una gran avantatja, sempre i quan l'electricitat disponible surti d'energies renovables. Si l'electricitat surt de combustió globalment es genera més CO_2 que amb els cotxes convencionals. Aquesta activitat s'ha de fer amb mesures de promoció per sobre de prohibicions o criteris restrictius per evitar problemes de rebuig entre la població.

També cal que les mesures siguin coherents amb les regulacions climàtiques. Per exemple, la promoció de la combustió de residus vegetals és correcta des del punt de vista del cicle del CO_2, la fusta que es crema abans ha absorbit aquest gas de l'atmosfera i per tant el cicle global no en genera. Ara bé, si la combustió es fa a temperatura ambient dona lloc a un empitjorament de la qualitat de l'aire, com s'observa a molts de pobles a l'hivern, que tenen una atmosfera molt més contaminant que la de ciutats com Barcelona.

6.3 Sequera

És paradoxal però els episodis de pluja massiva a la tardor es produeixen en un context general de sequera. Com s'ha descrit anteriorment, la configuració de muntanyes al voltant de la Mediterrània i els canvis de règims de vents associats a l'escalfament global són causa d'una disminució de la pluviositat a les zones mediterrànies.

En una primera opció cal millorar tots els sistemes de distribució d'aigua potable per evitar les pèrdues que es produeixen en la canalització. També cal millorar els sistemes d'aprofitament d'aigües freàtiques que sovint van directament a les clavegueres. Les aigües urbanes residuals, un cop depurades són un altre recurs. Aquestes aigües es poden reintroduir a les fonts de subministrament, com per exemple, els rius des d'on es capta l'aigua per potabilització.

En relació a l'agricultura, també cal reparar i millorar els canals de reg perquè no tinguin pèrdues i promoure el reg amb sistemes que no siguin d'inundació (excepte en el cas dels arrossars). També cal estudiar i promoure cultius que demanen menys aigua i que s'adaptin millor a les transformacions climàtiques en marxa en els camps.

6.4 Ecosistemes

Protegir els ecosistemes naturals és la prioritat principal en el context de l'enorme problema climàtic-ambiental en què els humans estem immersos. Com s'ha dit anteriorment, els ecosistemes naturals són els que creen les condicions que permeten la vida tal com la coneixem avui. Entre els ecosistemes, els més importants per l'estabilitat climàtica i ambiental, són els marins. Quan es planteja que cal preservar uns ecosistemes o altres no es tracta d'exercicis d'altruisme sinó que indirectament els humans ens beneficiem i molt de què hi hagi encara amples zones del planeta preservades. En aquest sentit, les normatives de la Unió Europea, que consideren que un riu no és un simple canal d'aigua sinó un ecosistema que cal preservar i recuperar a les condicions prèvies a l'acció humana, són molt oportunes. De la mateixa manera, protegir els mamífers marins és important perquè si ells poden viure és indicatiu que la xarxa tròfica està en bones condicions.

7. Resum

La humanitat té una tasca enorme de transformació dels sistemes de producció d'energia i de minimització de l'impacte de les activitats humanes sobre els ecosistemes si vol evitar entrar en una fase d'empitjorament important de les condicions de vida sobre el planeta. Les generacions que ens succeiran mereixen que els deixem una terra on es pugui viure amb el nivell de benestar que nosaltres hem gaudit. I ara per ara estem fent malbé l'herència que hem rebut.