

Reflexions sobre energia, desenvolupament, demografia, canvi climàtic i recursos naturals¹

Mariano Marzo Carpio

Universitat de Barcelona

1. Una versió d'aquest article s'ha publicat a: M. MARZO (2013): "Energía, desarrollo, demografía y recursos naturales". En "Cambio social y cooperación en el siglo XXI [Vol.2]. El reto de la equidad dentro de los límites económicos" (Román, B. y de Castro G., Coord.), Ed. EDUCO, pp. 67-81.



Energia i desenvolupament

Segons la mitologia grega, dos Titans, Prometeu i el seu germà Epimeteu, tenien encomanada la tasca de proporcionar a cada animal un poder que els ajudara en la lluita per la supervivència. Les serps reberen queixals per injectar verí, els óssos una força enorme i les gaseles una gran velocitat. Quan arribà el torn de l'home ja no hi quedaven poders per distribuir. Commogut per la desesparança, Prometeu furtà el foc als Déus i li'l donà als humans. Enfurimat, Zeus, el rei de l'Olimp, encadenà el Tità en una muntanya on romangué fins que Hèrcules l'alliberà. Amb el mite de Prometeu, els grecs expressaren la importància enorme que el foc tenia a les seues vides.

Amb anterioritat al foc, la potència dels humans es fonamentava en la força dels seus músculs. El descobriment i control del foc canvià el dia a dia de l'home primitiu: li permeté veure en la foscor, escalfar-se, mantenir a ratlla els predadors, cuinar, assecat i endurir la fusta, així com l'accés a l'ús dels metalls. Quan es produí *el regal* de Prometeu? Les primeres proves de la utilització del foc pels humans provenen de la Xina fa uns 500 000 anys.

Caldria esperar centenars de milers d'anys per tal que es produís un altre salt qualitatiu en la utilització de l'energia per l'home: la domesticació dels animals. Sembla que fa uns 12 000 anys els gossos ja estaven domesticats a la Xina i al sud-oest asiàtic. A les ovelles, cabres i porcs se'ls hauria domesticats al voltant del 8000 a.n.e.; el ramat boví, cap al 6000 a.n.e. i els cavalls, burros i búfals vora el 4000 a.n.e. La utilització de la potència dels animals permeté als humans multiplicar-ne la productivitat, de manera que l'extensió de terra conreada i les collites per unitat de superfície experimentaren un creixement espectacular.

Amb un subministrament alimentari més adequat i segur, l'home evolucionà cap al sedentarisme, la qual cosa permeté crear i acumular eines millors. Com a conseqüència, els avanços en el desenvolupament de la tecnologia energètica començaren a succeir a major velocitat. Però tot i així, amb les excepcions de la vela, el molí de vent, la sènia i la pólvora, la tecnologia utilitzada per la gent corrent no canvià gaire en el transcurs de diversos mil·lennis. Els romans contemporanis de Jesucrist possiblement haurien entès sense massa dificultats la ciència del segle XVI.

No fou fins a finals del segle XVII, amb la invenció de la màquina de vapor, quan es produí la definitiva arrencada tecnològica. Amb posterioritat a aquest esdeveniment la vida de les persones començà a canviar a un ritme frenètic, marcat pels progressos tecnològics i la progressiva substitució de les fonts d'energia primera. Una trajectòria que ha desembocat en una dependència absoluta dels hidrocarburs (carbó, petroli i gas natural).

Anteriorment a la Revolució Industrial, el desenvolupament de les societats humanes quedava acotat per la taxa a què eren capaces d'aprofitar la radiació solar i les seues transformacions en incidir sobre el planeta. La producció d'aliments i de combustibles quedava limitada per la baixa eficiència de la fotosíntesi, així com per un subministrament insuficient de nutrients a les plantes. Els rendiments mitjans dels cultius eren baixos, fet que ocasionava desnutrició i fam, i l'emmagatzematge de l'energia

estava seriosament condicionat per la baixa densitat energètica de la biomassa i l'escassa potència específica de les principals forces motrius (els músculs dels humans i dels animals de tir). Tot i això, les societats antigues augmentaren l'ús per càpita de l'energia aprofitant l'aigua i el vent i desplegant una força creixent de treball, majoritàriament exercida per esclaus i animals.

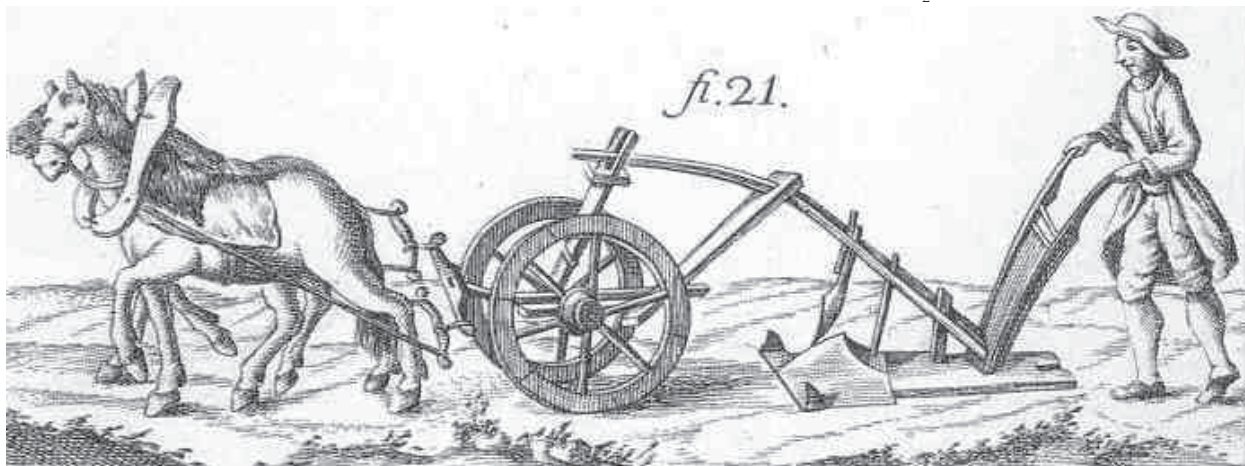
L'extracció a gran escala i la combustió de carbó, petroli i gas natural significaren un canvi en el tipus i intensitat dels usos de l'energia. Els tres hidrocarburs citats abasten un ampli mostrari de molècules orgàniques, generades després d'un procés complex i llarg: la lentíssima transformació, durant períodes d'entre cent mil a cent milions d'anys, de la matèria orgànica inicialment sintetitzada per la fotosíntesi a la biosfera i després acumulada com a detritus vegetals i animals al fons de conques sedimentàries (llacs, mars i oceans). En absència d'oxigen, part d'aquesta matèria orgànica pot escapar a la descomposició bacteriana per, posteriorment, a mesura que va sent soterrada davall les successives acumulacions de sediment, transformar-se davall l'acció combinada de pressions i temperatures creixents. La naturalesa ha possibilitat, a través de la fotosíntesi i del procés geològic descrit, l'emmagatzemament de l'energia solar en els enllaços químics dels àtoms d'hidrogen i de carboni que integren les molècules dels combustibles fòssils.

Durant mil·lennis, els humans obtingueren els aliments, la calor i la potència mecànica de la radiació solar i la seua transformació quasi immediata (fluxos d'aigua i vent), així com de l'energia proporcionada per conversions metabòliques i de la biomassa que ocorrien en qüestió de mesos, uns pocs anys o, a tot estirar, unes dècades. Per contra, els combustibles fòssils, amb l'excepció de la torba, són el resultat d'intensos canvis de la biomassa durant lapses de temps geològics. Utilitzant un símil econòmic, podem considerar que les societats premodernes depenien

d'uns ingressos solars, instantanis o mínimament retardats, que es reposaven de manera constant. En canvi, la civilització moderna basa la seua esplendor en l'ús d'una herència solar. Un capital que estem dilapidant a gran velocitat i que, al remat, tan sols haurà estat gaudit durant una petita fracció del temps que es necessita per a acumular-lo.

Les societats preindustrials eren, en teoria, energèticament sostenibles en un horitzó temporal de milers d'anys, encara que en la pràctica moltes d'elles comprometeren el seu desenvolupament per la deforestació i l'erosió del sòl excessives. En canvi, la civilització moderna es basa en l'aprofitament, sens dubte insostenible, d'una herència solar única que no pot ser reposada a l'escala temporal d'una civilització. Però aquesta herència ens ha donat accés a uns recursos energètics concentrats i fàcils d'emmagatzemar i que s'han utilitzat a un ritme creixent. L'ús dels combustibles fòssils ha permès als humans superar els límits del consum d'energia imposats per la baixa eficiència de la fotosíntesi i els baixos rendiments dels corrents d'aigua i d'aire. Com a resultat, el consum energètic global ha augmentat a uns nivells sense precedents: el consum mundial d'energia primària (biomassa, combustibles fòssils, renovables i nuclear) ha passat d'uns $10 \cdot 10^{18}$ Joule (10 EJ) el 1750 a més de 400 EJ a principis d'aquest segle.

El 2011, els combustibles fòssils representaren el 81,6% de tota l'energia primària consumida al món. Un percentatge que es repartí de la manera següent: 31,5% per al petroli, 28,8% per al carbó i 21,3% per al gas. I les previsions de futur indiquen que el domini dels combustibles esmentats es prolongarà en les pròximes dècades. La nostra civilització depèn excessivament de les fonts energètiques riques en carboni, la combustió del qual en quantitats creixents ha situat la humanitat davant d'un inesperat desafiament: les elevades quantitats de diòxid de carboni (CO_2) i uns altres gasos d'efecte



Anteriorment a la Revolució Industrial l'emmagatzematge de l'energia estava condicionat per la baixa densitat energètica de la biomassa i l'escassa potència dels humans i dels animals. Imatge: J. A. Valcárcel, 1765. Universitat de València.



hivernacle emeses a l'atmosfera estan sobreescalfant el planeta. Hi ha un ampli consens científic que estem assistint a un canvi climàtic global forçat per l'acció humana.

Hi ha evidències que amb anterioritat a l'ús intensiu dels hidrocarburs el planeta havia experimentat episodis d'escalfament, tal vegada provocats per episodis d'inusual activitat volcànica i/o per l'alliberament a l'atmosfera d'ingents quantitats del metà emmagatzemat en compostos com els hidrats de gas. Per exemple, en el Cretaci, més concretament durant el període que va des de fa uns 120 a 90 milions d'anys, la temperatura mitjana del planeta s'incrementà uns 5°C. També sabem que fa uns 56 milions d'anys, durant l'anomenat màxim tèrmic del límit Paleocè-Eocè, el planeta experimentà un escalfament de magnitud similar, encara que més ràpid (s'esdevingué durant un lapse d'uns 20 000 anys). Una rapidesa irrisòria, si la comparem amb la prevista per a l'actual escalfament global: al ritme actual d'emissions de gasos d'efecte hivernacle (el 2035 la temperatura mitjana del planeta podria haver-se incrementat en més de 3,5 °C i en 6 °C el 2050).

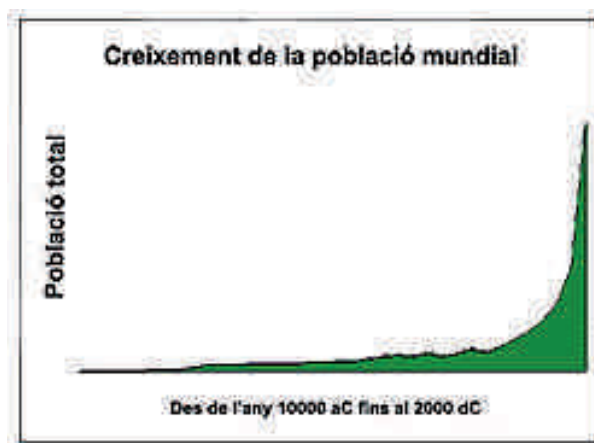
En els apartats de més avall detallem més el tema del canvi climàtic, però, per a això, necessitem introduir dues qüestions: la demogràfica i la de la pobresa energètica de bona part de la humanitat.

L'explosió demogràfica

Durant la major part de la història el ritme de creixement de la població mundial ha estat lent. Fins a principis del segle XIX no s'aconseguien els 1 000 milions i foren necessaris cent vint-i-cinc anys més per a arribar als 2 000 milions. Però, durant el darrer mig segle, la població mundial ha entrat en un període de creixement accelerat: de 3 000 milions a 7 000 milions de persones.

Les darreres projeccions de Nacions Unides preveuen que la població mundial seguirà creixent al llarg d'aquest segle, i arribarà a la xifra de 9 300 milions el 2050 i els 10 100 milions el 2100, encara que aquestes projeccions presenten un considerable nivell d'incertesa, depenent, entre altres factors, de la taxa de fertilitat que considerem (les xifres anteriors corresponen a una fertilitat mitjana).

Segons Nacions Unides, l'Índia, amb 1 690 milions d'habitants serà el 2050 el país més poblat del món, desplaçant la Xina, amb 1 390 milions, al segon lloc del ranking. Una altra dada interessant és que els països en desenvolupament aglutinaran el 2050 el 86% de la població mundial (davant del 82% de 2011) i absorbiran el 97% de tot l'increment de la població previst entre 2011 i 2050. Àsia seguirà sent la regió més poblada, amb un 55% del total (contra el 60%



de 2011), tot i que Àfrica serà la que experimentarà un creixement més ràpid i passarà d'albergar el 15% de la població mundial el 2011 al 24% el 2050. Així mateix, les previsions indiquen que a mitjans d'aquest segle el 69% de la població mundial es concentrarà en àrees urbanes (el 2011 ho feia el 51%) i que als països desenvolupats la relació entre població en edat de treballar i la que no ho estarà haurà caigut de forma alarmant, i passarà de les actuals mitjanes de 2,13 (Europa) i 2,01 (Nord-amèrica) a 1,34 i 1,49, respectivament.

Aquest panorama suscita la vella qüestió de si el creixement demogràfic ens empobrirà o no. Una qüestió sobre la qual no existeix acord. La polèmica s'inicià a finals del segle XVIII amb T. Malthus, quan pronosticà que, com a resultat d'un creixement de la població més ràpid que el de la producció d'aliments, la misèria i la pobresa serien el destí inevitable dels humans. Un punt de vista que tornà a popularitzar-se el 1968, després d'un treball de P. Ehrlich (*The population bomb*) que advertia sobre els efectes explosius associats al fet que la població mundial es duplicaria en quatre dècades. En contraposició a aquestes visions pessimistes, altres han defensat que l'escassetat de recursos associada a un augment demogràfic estimula l'humà, propiciant avanços tecnològics i canvis institucionals que impulsen enginyun ràpid increment en la producció d'aliments i del nivell de vida. A més d'aquestes visions extremes, n'hi ha una altra de més escèptica, que defensa que no pot demostrar-se l'existència d'una relació consistent, positiva o negativa, entre creixement demogràfic i creixement econòmic.

Davant la manca d'acord podem buscar el consol de la història, però aquesta no ens garanteix el futur. Sabem que el centre de gravetat de la demografia mundial seguirà desplaçant-se des dels països rics als menys desenvolupats i que molts d'aquests encaren reptes sense precedents pel que fa al subministrament i distribució d'aliments, aigua, vivenda i energia. El creixement de la població també suscita inquietuds en relació a la degradació mediambiental i el



canvi climàtic: la creixent demanda de recursos i l'augment dels residus resultants suposen un gran impacte sobre un ecosistema complex, que és en un estat cada vegada més delicat. Alhora, l'acceleració del ritme d'envelliment de la població als països industrialitzats (i en no pocs països en desenvolupament) pot crear nous desafiaments en els àmbits del creixement econòmic, la seguretat financera i la viabilitat de l'estat del benestar en facetes, com ara, la sanitat, l'educació o el sistema de pensions. El panorama mundial es complica encara més si prenem atenció a les incerteses al voltant de temes, com ara, pandèmies, guerres, emigració, capacitat per a la cooperació global, etc.

Al marge de les dificultats, el canvi demogràfic crearà noves oportunitats. Però la concreció d'aquestes impliquen la presa de decisions polítiques destinades a modelar la demografia i a prevenir o aprofitar les tendències més previsibles. Parar atenció als indicadors demogràfics i actuar de manera proactiva sobre les seues causes i conseqüències resultarà fonamental per assegurar el benestar humà.

El subdesenvolupament energètic

Una dada: els 19,5 milions d'habitants de Nova York consumeixen en un any la mateixa electricitat que els 791 milions de l'Àfrica subsahariana. És clar que, com diuen els anglosaxons, *power is power* ("potència -energia per unitat de temps- és poder") i que l'accés segur a les fonts d'energia modernes constitueix la base de la prosperitat de les economies avançades. Si, en aquestes, el debat energètic se centra al voltant de la seguretat del subministrament i la descarbonització del mix, en altres països la prioritat és disposar de l'energia per tal de satisfer les necessitats bàsiques. No debades l'accés a uns serveis energètics assequibles i fiables és fonamental per a augmentar la competitivitat i promoure el creixement econòmic.

Un informe recent de l'AIE, Agència Internacional de l'Energia (*Energy for all: financing access for the poor*) ens dona idea de l'escandalosa magnitud que, a hores d'ara, adquireix el fenomen del subdesenvolupament energètic al món.

Resulta que més de 1 300 milions de persones (al voltant del 20% de la població mundial) manquen d'accés a l'electricitat, i vora 1 900 milions depenen de la biomassa tradicional (bàsicament llenya i residus agrícoles i ramaders) per a cuinar i escalfar-se. Aproximadament, el 95% d'aquestes persones sense accés als serveis moderns de l'energia habiten a l'Àfrica subsahariana i a zones en vies de desenvolupament de l'Àsia. L'Àfrica subsahariana, que alberga el 12% de la població mundial, concentra

quasi el 45% del total mundial de les persones sense accés a l'electricitat.

Convé recordar, també, que per als que no disposen d'electricitat els dies són més curts, per manca d'una il·luminació adequada que impedeix o dificulta la conservació d'aliments i medicines. Per altra banda, l'ús intensiu i quasi exclusiu de la biomassa té repercussions negatives per a la salut, el medi ambient i el desenvolupament socioeconòmic. Les dones i xiquets poden passar moltes hores arreblegant combustible i això redueix el temps que poden dedicar a activitats més productives, com són la pastura, l'agricultura o l'educació. A més, la recol·lecció de llenya pot ocasionar la desforestació a prop dels nuclis urbans, la qual cosa comporta desplaçaments més llargs i penosos, així com danys a l'ecosistema. L'Organització Mundial de la Salut estima que el 2008 vora d'1,4 milions de persones moriren prematurament als països en vies de desenvolupament com a resultat de la inhalació del fum emès per la combustió de la biomassa a l'interior de les vivendes. Una incidència major que la de la malària i la tuberculosi i només superada per la de la SIDA.

Davant d'aquesta realitat, el món no roman de braços plegats i el 2009 invertí 9 100 milions de dòlars en ampliar l'accés de la població mundial als serveis moderns d'energia. Tot i això, sense una acció més decidida sembla que d'aquí a dues dècades encara mil milions de persones seguiran sense electricitat, que 2 700 milions no disposaran d'energies netes per cuinar i escalfar-se i que les morts prematures per inhalació de fums vorejaran els 1,5 milions, i superaran ja àmpliament la incidència de la SIDA. L'AIE calcula que assegurar al 2030 l'accés universal als serveis moderns d'energia requereix d'unes inversions d'1 bilió de dòlars, a una mitjana de 48 000 milions anuals, la qual cosa significa multiplicar per més de cinc les realitzades el 2009.

L'AIE destaca que aconseguir l'objectiu d'universalitzar l'accés als serveis energètics no suposaria retrocessos en la lluita contra el canvi climàtic i la seguretat energètica. Subministrar electricitat a qui actualment no en té tan sols suposaria, a nivell global, augmentar la generació d'electricitat en un 2,5%, la demanda de combustibles fòssils en un 0,8% i les emissions de diòxid de carboni en un 0,7%. Un percentatge, aquest darrer, equivalent a les emissions anuals de Nova York però que permetria proveir d'electricitat una població cinquanta vegades major.

El premi a aquest esforç? Contribuir al desenvolupament social i econòmic de milers de milions de persones i evitar cada any la mort prematura d'1,5 milions.





El consum mundial d'energia primària ha passat d'uns 10 EJ el 1750 a més de 400 EJ a principis d'aquest segle.

Canvi climàtic i creixement

Sabem que per a resoldre un problema el primer pas és formular-lo correctament. Però no sempre actuem així. El cas de com combatre l'actual procés de canvi climàtic global, amb tota probabilitat forçat per l'activitat humana, és paradigmàtic al respecte. Sense cap justificació, s'ha comunicat un missatge optimista que ha suscitat grans expectatives d'èxits fàcils i immediats. I en aquest context d'eufòria desmesurada, qualsevol contratemps, com el que succeí en les cimeres de Copenhaguen, Cancun i Doha, alimenta la frustració i la desmotivació. Per això, en comptes de seguir transmetent consignes, potser el més apropiat siga propiciar una reflexió realista sobre la naturalesa, abast i ramificacions del complex problema que pretenem solucionar.

La Identitat de Kaya, formulada per l'economista energètic japonès Yoichi Kaya, juga un paper central en els estudis del Panell Intergovernamental de Canvi Climàtic a propòsit dels escenaris futurs d'emissions de gasos contaminants a l'atmosfera. La Identitat mostra que el CO_2 emès per l'activitat humana depèn del producte de quatre variables, considerades a escala global: 1) la població, 2) el producte interior brut, PIB, per cap, 3) l'energia utilitzada per unitat de PIB (intensitat energètica), i 4) les emissions de CO_2 per unitat d'energia consumida (intensitat de carboni del mix energètic).

Perquè el resultat final d'una multiplicació de quatre factors siga zero, hi ha prou que un d'ells ho siga. Si, a hores d'ara, aquest supòsit constitueix un

somni llunyà, sí que podem reduir les emissions de CO_2 . Però, per aconseguir-ho no podem obviar dos fets. El primer és que les projeccions de Nacions Unides suggereixen que, encara que en l'actualitat estem assistint a un descens de les taxes de fertilitat, la població mundial seguirà creixent en els propers cinquanta anys, passant de vora 6 900 milions de persones a un màxim de 9 500 milions, per a, després, estabilitzar-se en resposta a una millora de les condicions de vida. El segon és que el vigent paradigma socioeconòmic assumeix com a dogma que el PIB mundial per cap pot i ha de seguir creixent indefinidament.

Els dos condicionants han portat la comunitat internacional a concloure que la lluita contra el canvi climàtic ha de centrar-se en la segona part de l'equació de Kaya, tractant de reduir la intensitat energètica i la de carboni. En el cas de la primera, cal millorar-ne l'eficiència (és a dir, fer més, o el mateix, amb menys) tant des del punt de vista de l'oferta com del de la demanda; en el cas de la intensitat de carboni, cal avançar cap a la descarbonització del mix energètic, promovent el desplegament de fonts d'energia netes en CO_2 (renovables i nuclear). Paral·lelament, de manera complementària a les actuacions citades, cal reduir la quantitat de CO_2 antropogènic mitjançant el seu segrest, artificial o natural (per exemple, injectant-lo i emmagatzemant-lo al subsòl o evitant la desforestació).

Aquesta estratègia per a reduir les emissions de CO_2 dona per fet que la innovació tecnològica en el



sector energètic compensarà els efectes derivats del creixement demogràfic i econòmic prevists. Ara bé, les projeccions en l'horitzó del 2035 contingudes en un informe recent del govern dels EUA (*International Energy Outlook*, 2010) no són gens optimistes. Segons aquest treball, si bé en els propers vint-i-cinc anys es podria reduir la intensitat de carboni, pel que fa als valors de 2007, les millores es veurien contrarestades pel creixement del PIB per cap (proper al 100%) i per l'augment demogràfic (proper al 30%), de manera que, en conjunt, la multiplicació dels quatre factors de Kaya indica que el 2035 les emissions globals de CO₂ s'hauran incrementat més del 40% pel que fa a les del 2007.

La conclusió pot resultar sorprenent, en la mesura que sembla mostrar que les actuals polítiques de reforma del model energètic no seran suficients per a reduir la injecció antropogènica de CO₂ a l'atmosfera. Altrament dit, en absència d'una revolució energètica, encara per concretar, cal qüestionar el paradigma de creixement econòmic i demogràfic, si és que pretenem rebaixar les emissions. Una veritat, tan incòmoda com la predicada per l'exvicepresident del EUA, A. A. Al Gore, a propòsit de l'acceptació de la realitat del canvi climàtic.

Ens agrada o no, tot apunta al fet que aquesta és la veritable arrel del problema. A la llum de La Identitat de Kaya, l'anàlisi de la història del consum energètic, així com la del creixement econòmic i demogràfic de la humanitat en els darrers cent anys, ens indica que el canvi climàtic és, en bona part, conseqüència d'un desenvolupament econòmic i demogràfic sense precedents, possibilitat per l'ús massiu dels combustibles fòssils (carbó, petroli i gas). Afirmando, com sovint es fa, que el canvi climàtic és tan sols el resultat de l'ús massiu dels combustibles esmentats és una veritat a mitges. Equival a culpar la bala, o la pistola que la dispara, d'un assassinat, sense analitzar qui prem el gallet.

Certament, el CO₂, que junt amb altres gasos d'efecte hivernacle provoca l'actual desequilibri climàtic, prové en la major part de la crema de combustibles fòssils, però no hauríem d'oblidar que l'ús massiu d'aquests ha estat requerit per un paradigma socioeconòmic basat en el creixement global, continu i il·limitat. Com ja hem dit, a hores d'ara els combustibles fòssils representen al voltant del 80% del mix d'energia primària mundial i sense ells el sistema col·lapsaria. Però encara hi ha més: sense carbó, petroli i gas, el consum energètic mundial no podria haver-se multiplicat per un factor proper a cinc entre 1950-2000, fent possible que en aquest període el PIB mundial es multiplicà per set i la població mundial per dos. Desgraciadament, el preu a pagar ha estat que les emissions de CO₂

s'ha multiplicat per quasi cinc durant els cinquanta anys.

El principal problema subjacent en les cimeres sobre el canvi climàtic a l'hora d'aconseguir un acord global que reemplace Kyoto, és que el creixement exponencial viscut en la segona meitat del segle XX s'ha repartit de manera desigual arreu del planeta. El desenvolupament econòmic ha beneficiat el 20% de la població mundial que viu als països industrialitzats, fet que s'explica perquè aquests països acaparaven a l'any 2000 vora del 80% del PIB mundial, mentre que la resta dels habitants del planeta tot just havien incrementat el consum energètic i el PIB per cap. En conseqüència, segons dades de l'Agència Internacional de l'Energia, aquests darrers tan sols són responsables del 42% de les emissions globals de CO₂ (relacionades amb l'energia) acumulades des de 1890 fins ara. Una altra dada: el 2007 les emissions per cap de les nacions industrialitzades quadruplicaven la de la resta de països del món; les xifres de 19, 7,7 i 4,6 tones per any i habitant emeses pels EUA, Espanya i la Xina, respectivament, parlen per si mateix.

Realment, resulta fàcil comprendre per què els països no industrialitzats, liderats per les grans demografies i potències emergents, seguiran exigint comptes del passat, sense comprometre ni un àpex el seu futur. Un futur que, en el cas de la Xina i l'Índia, passa per l'ús de les seues enormes reserves de carbó, el combustible més barat, però també el més brut.

Recursos naturals en el segle XXI

Al llarg del segle XX, malgrat diversos episodis de xoc i volatilitat, els preus dels principals recursos (energia, materials, aigua i aliments) caigueren quasi a la meitat en termes reals o, en el millor dels casos, com succeí amb l'energia, es mantingueren estables. Una tendència sorprenent si pensem atenció al fet que durant el mateix període la població mundial es quadruplicà i que el PIB mundial es multiplicà per vint, el que conjuntament ocasionà un salt d'entre el 600% i el 2000% en la demanda de recursos.

L'abaratiment d'aquests recursos s'atribueix a un ràpid desenvolupament tecnològic i al descobriment de fonts de subministrament noves i més barates. A més, els preus no solen reflectir les despeses íntegres de producció (la pràctica dels subsidis està estesa) ni tampoc no inclouen les externalitats associades a la utilització (com les emissions de diòxid de carboni i uns altres gasos d'efecte hivernacle).

Tanmateix, diferents informes ens alerten que a la primera dècada del segle XXI, com a conseqüència d'un augment accelerat de la demanda, la tendència s'ha invertit, alhora que la volatilitat està aconseguint màxims històrics.



A finals del **segle XVII**, amb la invenció de la màquina de vapor, la vida de les persones començà a canviar a un ritme frenètic, marcat pels progressos tecnològics i la progressiva substitució de les fonts d'energia primera.

El creixement de la població suscita inquietuds en relació a la degradació mediambiental i el canvi climàtic.

Existeixen, si més no, cinc raons per a suposar que en els pròxims vint anys el desafiament que el món té plantejat en matèria de recursos serà diferent, en escala, al viscut en el passat. La primera és que el ràpid desenvolupament econòmic en els mercats emergents, particularment a la Xina i a l'Índia, podria conduir a l'aparició en l'escenari econòmic global de fins a 3 000 milions nous consumidors de classe mitjana. La segona és que l'expansió de l'oferta de recursos pot resultar cada vegada més complicada en termes logístics i polítics, de manera que l'addició de noves capacitats resultarà progressivament més cara. Una altra raó és que els diferents recursos estan cada vegada més interrelacionats, de manera que un xoc de preus en un pot afectar ràpidament els preus dels altres. La quarta és que l'impacte d'una demanda creixent de recursos sobre el medi ambient pot restringir l'oferta. I, l'última, que més de 1000 milions de persones no tenen cobertes les necessitats bàsiques d'energia, aigua i aliments, i tot apunta al fet que la creixent conscienciació i preocupació social exigirà dels governants mesures concretes al respecte.

La combinació d'aquestes cinc raons pot afectar negativament al creixement econòmic, les finances públiques, el benestar dels ciutadans (particularment el d'aquells que viuen als països més pobres) i suscitar perilloses tensions geopolítiques. Què podem fer?

Una opció és apostar, com hem fet en el passat, per una simple expansió del subministrament capaç de cobrir l'augment de la demanda global de recursos. Tanmateix, aquesta expansió, liderada per la innovació tecnològica, podria ocasionar conseqüències negatives sobre el medi ambient. Per exemple, alguns càlculs diuen que el 2030, el consum d'aigua hauria d'augmentar en 1 850 km³, un 30% més del consum actual, mentre que la desforestació creixeria en 140-175 milions d'hectàrees i les

emissions de CO₂ en 66 gigatonnes. A més, ampliar el subministrament a les taxes requerides suposa encarar desafiaments geopolítics notables, de capital i d'infraestructures.

Cada vegada està més clar que, a més d'expandir l'oferta, no hi haurà més remei que millorar l'extracció, conversió, distribució i ús final dels recursos; cosa que podria permetre cobrir entre un 13% i un 30% de la demanda d'energia primària, materials, aigua i sòl, prevista al 2030, i estalviar-nos de retruc part de les inversions necessàries per a augmentar l'oferta.

En aquest sentit, un estudi recent del McKinsey Global Institute (*Resource revolution. Meeting the world's energy, materials, food, and water needs*) analitza més de 130 mesures de millora de la productivitat, i conclou que la necessitat de prioritzar-ne quinze grups que, en conjunt, podrien representar prop del 75% del total dels guanys potencials en productivitat. Enumerades per ordre d'importància, les mesures es relacionen amb: 1) l'eficiència energètica en l'edificació, 2) el rendiment de les grans explotacions agrícoles, 3) el balafament d'aliments, 4) les fuites d'aigua en l'abastiment a municipis, 5) la densificació urbana (conduent a una major eficiència del transport), 6) l'eficiència en la indústria del ferro i l'acer, 7) el rendiment de les petites finques agrícoles, 8) l'eficiència dels combustibles en el transport, 9) la penetració dels vehicles elèctrics i híbrids, 10) la reducció de la degradació del sòl, 11) l'eficiència de l'ús final de l'acer, 12) el percentatge de recuperació del petroli i el carbó, 13) l'optimització de les tècniques d'irrigació, 14) la substitució del transport per carretera pel ferrocarril i la barcaça, i 15) l'eficiència en les plantes de generació d'electricitat.

Uns desafiaments que, a més d'una aposta per la I+D+i, demanen un canvi de mentalitat. Sens dubte, en el futur, escoltarem parlar de «economia circular» i de les tres erres: reduir, reutilitzar i reciclar.

